Postverlagsort Würzburg 2

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON
ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON
ERNST LAMLA

BEIRAT:
J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE · C. W. CORRENS · H. v. FICKER
R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · K. HENKE · A. KÜHN
M. v. LAUE · H. MARTIUS · R. W. POHL · H. REIN

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

39. JAHRGANG **HEFT 17** (ERSTES SEPTEMBERHEFT) **1952**

INHALT:

AUFSÄTZE. Seite

Zum 70. Geburtstag von JAMES FRANCK. Von W. KROEBEL . 385
Sehmechanismus und Quantenstruktur des Lichtes. Von E. BAUMGARDT 388
Konstitution und Wirkung cancerogener aromatischer Substanzen. Von H. DRUCKREY, D. SCHMÄHL und P. DANNEBERG 393

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN.

Magnetische Messungen an phototropen Stoffen. Von F. DÖRR und F. ENGELMANN 397
Über die Reinigung elektrolytisch polierter Metallflächen mittels Kathodenzerstäubung. Von H. WESEMEYER und H. RAETHER 398
Dickenmessung mikroskopischer Objekte mit Dreistrahl-Interferenzen. Von E. MENZEL 398
Nachweis metallkundlicher Umwandlungsvorgänge mit dem Spitzenzähler. Von E. HOUDREMONT und O. RÜDIGER . . 399
Messung der β- und γ-Strahlendosis von radioaktiven Stoffen in Röntgeneinheiten. Von G. BREITLING und R. GLOCKER 400
Silizium-Einkristallstäbe. Von H. KLEINKNECHT 400
Die Temperaturabhängigkeit des Sperrstroms von p—n-Übergängen in Germanium. Von D. GEIST und K. SEILER . . 401
Über den Antagonismus zwischen dem Isonikotinsäurehydrazid (INH) und bestimmten aromatischen Substanzen. Von R. BÖNICKE 402
Die stratigraphische Stellung des „Weißen Sylvinits" vom Kaliwerk „Niedersachsen" als zweites Oberes Jüngeres Kalilager (Unteres Begleitlager zum Riedellager). Von G. HARTWIG 402
Über das Porphyrin des sauerstoffübertragenden Fermentes. Von M. KIESE 403
Zum papierchromatographischen Nachweis von Serumpeptidasen. Von H. HANSON und M. WENZEL 403
Ein Mikroverfahren zur Wertbestimmung des genuinen ätherischen Öls in einzelnen pflanzlichen Ölbehältern. Von R. FISCHER und H. RESCH 404
Über keimhemmende Extrakte aus Pflanzen. Von J. KLOSA . 405
Über die Wirkung von Hormonextrakten des Hypophysenhinterlappens auf die Serumproteinzusammensetzung sowie ihre Beziehungen zum Renin. Von E. GRANZER 405
Die Bedeutung des Pigmenthormons beim Säugetier. Von H. GIERSBERG und W. USINGER 405

BESPRECHUNGEN.

S. R. DE GROOT, Thermodynamics of Irreversible Processes. (Ref.: G. U. SCHUBERT) 406
R. SAUER, Einführung in die theoretische Gasdynamik. (Ref.: H. LUDWIEG) 407
M. KULP, Elektronenröhren und ihre Schaltungen. (Ref.: SEVERIN) 407
H. HECHT, Die elektroakustischen Wandler. (Ref.: K. TAMM) 407
M. H. FISCHER und W. J. SUER, Der kolloide Aufbau der lebenden Substanz. (Ref.: H. ENGELHARD) 407
H. JEBSEN-MARWEDEL, Die Glasschmelze mikroskopisch gesehen. (Ref.: A. DIETZEL) 408
F. BUXBAUM, Grundlagen und Methoden einer Erneuerung der Systematik der höheren Pflanzen. (Ref.: W. ZIMMERMANN) 408
E. TITSCHACK, Beiträge zur Fauna Perus. (Ref.: W. HELLMICH) 408

Grundriß der Mikrobiologie

Von Dr. **August Rippel-Baldes,** o. Professor an der Universität Göttingen. Zweite Auflage. Mit 153 Abbildungen. VIII, 404 Seiten. 1952. Ganzleinen DM 36.—

Inhaltsübersicht: **Allgemeines:** Umgrenzung des Gebietes. Geschichtliches. Kultur- und Erkennungsverfahren. — **Der Bau der Zelle:** Form und Größe der Zelle. Bau der Zelle. Entwicklung der Zelle. Systematische Übersicht. — **Baustoffwechsel:** Allgemeines. Mineralstoffe. Kohlenstoff. Stickstoffernährung. Organische Wirkstoffe. Allgemeine äußere Bedingungen. Ertragsgesetz. Förderung durch stoffwechselfremde Stoffe. Nahrung und Gift. Desinfektion. — **Betriebsstoffwechsel:** Allgemeines. Enzyme. Sauerstoff- und Wasserstoffaktivierung. Aerobe Atmung. Anaerobe Atmung. Abbau der Stickstoffverbindungen. — **Abbau und Synthese.** — **Die Stellung der Mikroorganismen in der Natur:** Zahl und Verbreitung. Verbreitung der Mikroorganismen. — Zusammenleben der Organismen: Kreislauf der Stoffe. Metabiose und Teilkreisläufe. Epiphytismus und Symbiose. Mikroorganismen und Mensch. Der Parasitismus. Rückblick auf Symbiose und Parasitismus. — Literatur. — Sachverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung, in den Westzonen auch jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20%. Für Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 11.25 DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalsschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Nachdruck: Es wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag übergeht. Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet.

Es ist ferner ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophote u. ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin W 35, Reichpietschufer 20 [Britischer Sektor], Tel. 2492 51) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

Vertriebs-Vertretung im Ausland:
Lange, Maxwell & Springer Ltd., 41—45 Neal Street, London, W. C. 2

Springer-Verlag
Berlin · Göttingen · Heidelberg

Redaktionelle Hinweise.

I. Allgemeines.

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen eng begrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind, und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise.

Alle Sendungen und Zeitschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,
(20b) Göttingen, Theaterplatz 10, Fernsprecher 3371.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Annahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterung des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Photographische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebensogut zeigen.

Korrekturen.

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildungen von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

Besprechungsexemplare.

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Büchern, besonders kleineren Broschüren und Zeitschriften-Heften, abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die dann von sich aus Exemplare anfordern wird. — Für die Rückgabe unverlangter Sendungen kann keine Gewähr übernommen werden.

In Kürze erscheint:

Zur Struktur und Materie der Festkörper

Diskussionstagung der Sektion für Kristallkunde der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft am 1./2. Mai 1951 in Frankfurt a. M. Mit 95 Textabbildungen. VIII, 304 Seiten. 1952. DM 28.60

Inhaltsverzeichnis: **Begrüßungsansprache des Sektionsleiters H. O'Daniel-Frankfurt a. M. — Die phänomenologische Symmetrielehre in ihrer Anwendung auf den strukturell definierten Kristall-, Fourier- und Pattersonraum.** Von P. Niggli-Zürich. — **Translationsgruppen in n-Dimensionen.** Von C. Hermann-Marburg. — **Die Verdampfung von Kristallen.** Von I. N. Stranski, O. Knacke und G. Wolff-Berlin. — **Die Beobachtung von Kristallkugeln als Forschungsmittel für Oberflächenvorgänge.** Von W. Kossel-Tübingen. — **Kooperative Fehlordnung in Kristallen.** Von H. Jagodzinski-Marburg. — **Der statistische Charakter der Feinstruktur hochmolekularer und kolloider Stoffe.** Von R. Hosemann-Berlin. — **Über die Existenzbedingungen von Glaszuständen.** Von A. Smekal-Graz. — **Der Einfluß von Brillouin-Zonen auf physikalisch-chemische Eigenschaften von Legierungen.** Von H. Witte-Darmstadt.

Der Diskussionstagung 1951 der „Sektion für Kristallkunde" der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft lag die Absicht zugrunde, in Vorträgen und Diskussionen einen möglichst weiten Rahmen allgemein kristallographischer Forschung auf den Gebieten der Kristallgeometrie, Kristallchemie und Kristallphysik abzustecken. Als dringendes Anliegen erschien es, zu den Gesprächen über den Kristall Mineralogen und Physikochemiker, Physiker und Chemiker zusammenzuführen und durch gemeinsames Bemühen das Wissen über Bau und Eigenschaften der Stoffe zu mehren. In den ersten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts hat die Kristallographie, verankert in der Mineralogie, eine wesentliche Ausweitung erfahren, ganz besonders nachdem durch von Laue der Beweis von der regelmäßigen Diskontinuität der kristallisierten Materie erbracht war. Von da an wandten sich in zunehmendem Maße die Mathematik, die Physik und die Chemie dem Gebiete zu.
In der vorliegenden Veröffentlichung finden die Ergebnisse dieser fruchtbaren Gemeinschaftsarbeit ihren Niederschlag. Die Vorträge und Diskussionen der Frankfurter Tagung geben als Ganzes ein lebendiges Bild von dem Stand und den Hauptforschungsrichtungen des Arbeitsgebietes.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Jahrgang 39 Heft 17 (Erstes Septemberheft) 1952

Zum 70. Geburtstag von James Franck.

Von WERNER KROEBEL, Kiel*).

Am 26. August 1952 begeht JAMES FRANCK, Nobelpreisträger des Jahres 1925, seinen 70. Geburtstag. Seine zahlreichen Schüler und Freunde diesseits und jenseits des Ozeans entbieten dem von ihnen hoch geehrten Manne zu diesem Tage ihre herzlichsten Geburtstagsgrüße. Sie gelten dem erfolgreichen Gelehrten, der durch seine ausgedehnten und bahnbrechenden Erforschungen der Elementarprozesse im atomaren und molekularen Geschehen wesentlich zur Entwicklung der modernen Atomphysik beigetragen hat, und sie gelten dem großen Menschenfreund, der, von tiefstem und warmem Mitgefühl beseelt, in vielfältiger Weise edles Menschentum bezeugte. Schüler und Freunde verbinden diese Grüße mit dem Wunsche, daß der Jubilar seine erfreuliche geistige Frische noch viele Jahre behalten möge und mit der Hoffnung, daß die Sorgen gegenstandslos geworden sein mögen, die ihnen sein körperlicher Gesundheitszustand in der Vergangenheit mehrfach bereitete.

JAMES FRANCK wurde in Hamburg geboren und studierte an der Universität Berlin, wo er 1906 mit einer Arbeit über die Beweglichkeit von Ladungsträgern in der Spitzenentladung promovierte. Solche Untersuchungen bildeten zu jener Zeit eines der Themen physikalischer Forschungen, die im Brennpunkt des Interesses standen, weil man sich von ihrem Studium tiefere Einblicke in die atomare und molekulare Struktur der Materie versprach. Wir finden daher auch, daß FRANCK diesem Thema in den darauf folgenden Jahren im wesentlichen treu bleibt und in immer neuen Abwandlungen den sich hier abspielenden elementaren Prozessen auf die Spur zu kommen sucht. Zu jener Zeit verbanden ihn mit einer Reihe von Männern, deren Namen heute Ruf und Geltung in der physikalischen Welt haben, und zu denen unter anderen P. PRINGSHEIM, R. W. WOOD, A. WEHNELT, R. W. POHL und L. MEITNER gehörten, ebensowohl wissenschaftliche Interessen als auch wegen seines schönen Menschentums starke freundschaftlich-persönliche Beziehungen. Eine Reihe von gemeinsam mit den Genannten und Nichtgenannten durchgeführten Arbeiten legen hierfür ein beredtes Zeugnis ab.

Besonders eng waren seine Beziehungen zu dem um 5 Jahre jüngeren, ebenfalls aus Hamburg stammenden GUSTAV LUDWIG HERTZ, mit dem er gemeinsam in konsequenter Fortführung des gefaßten Planes, die Struktur der Atome und Molekeln und ihre Elementarprozesse zu erforschen, zunächst dem Zusammenhang zwischen der Ionisierungsspannung und der Quantenhypothese nachging. Er konnte sich hier bereits auf seine zahlreichen vorangegangenen Arbeiten über die Beweglichkeit der Ionen in verschiedenen Gasen, einige angestellte spektroskopische Beobachtungen und eine gemeinsam mit R. W. WOOD durchgeführte Untersuchung über den Zusammenhang zwischen Quantenhypothese und Ionisierungsspannung stützen, die ihm über sein starkes anschaulich-intuitives Vermögen hier die richtigen Wege für die nächsten durchzuführenden Schritte wies. So kam es 1913 und 1914 zu jenen entscheidenden Entdeckungen, nach denen bei Zusammenstößen von Elektronen ausreichender kinetischer Energie mit Quecksilberatomen ein diskreter Energieverlust eintritt, der in dem Auftreten einer Leuchtlinie im Spektrum des Quecksilberdampfes sein energetisches Äquivalent besitzt. Mit dieser Entdeckung wurde zum ersten Male die damals noch als sehr hypothetisch angesehene Quantentheorie und mit ihr die ebenfalls 1913 von NIELS BOHR aufgestellte moderne Atomtheorie direkt experimentell bestätigt. Diese Untersuchungen wurden daher bahnbrechend für die weitere Entwicklung der Atomphysik und die erdachte Untersuchungsmethode ein hervorragendes Hilfsmittel zur Bestimmung der diskreten Energiezustände von Atomen und Molekeln. Die von ihm und HERTZ gemachten Entdeckungen fanden daher auch im Jahre 1925 ihre internationale Anerkennung durch Verleihung des Nobelpreises für Physik zu gleichen Teilen an ihn und seinen Freund HERTZ.

Der erste Weltkrieg, den FRANCK als Kriegsfreiwilliger mitmachte, brachte eine bedauerliche Unterbrechung der so erfolgreich begonnenen Arbeiten. Bald nach Kriegsende setzte er sie jedoch, zunächst wieder in Berlin, ab 1920 als Ordinarius des II. Physikalischen Instituts der Universität Göttingen dortselbst fort. In etwa 70 eigenen Arbeiten, die in den Jahren 1919 bis 1933 größtenteils in der Zeitschrift für Physik erschienen sind und in etwa ebenso vielen Dissertationen seiner Schüler und Veröffentlichungen seiner Mitarbeiter ist die reiche Frucht dieser Bemühungen um die Aufklärung der Elementarprozesse im atomaren und molekularen Geschehen niedergelegt. Es ist unmöglich, sie hier im einzelnen aufzuführen und in ihrer Bedeutung für die Entwicklung der Atomphysik hinreichend zu würdigen. Hingewiesen sei nur auf die Entdeckung der Existenz von Stößen erster und zweiter Art, auf die Entdeckung der Übertragbarkeit der Anregungsenergie von Atomen auf ihre Translationsenergie und umgekehrt, aus der sich unter anderem die Deutung der Kontinua in den Spektren der Atome und Molekeln und die für die chemische Forschung so wichtige Bestimmung der Dissoziationsenergie auch für solche Fälle ergab, in denen sie bis dahin nicht auf andere Weise gemessen werden konnte. Erwähnt sei auch der Beitrag FRANCKs zur Aufklärung der Bindungsarten homöopolarer und heteropolarer Molekeln, seine entscheidenden Beiträge zur Aufklärung der Prädissoziation und das FRANCK-CONDON-Prinzip. Mit allen diesen Arbeiten trug er entscheidend zu der Lüftung der Naturgeheimnisse über die elementaren Prozesse zwischen Elektronen,

*) Für die Darstellung von FRANCKs Tätigkeit nach 1933 habe ich mich auf eine sehr ausführliche, freundlichst zugeschickte Niederschrift der Herren PLATZMANN und RABINOWITCH stützen können, wofür ich den Herren hiermit herzlichst danke.

Atomen und Molekeln und damit auch zum Verständnis gaskinetischer Vorgänge bei. Das Göttinger II. Physikalische Institut bildete daher durch FRANCKs Schaffen ein Zentrum der atomphysikalischen Forschung, das auf die Physikbeflissenen des In- und Auslandes eine außerordentlich starke Anziehungskraft ausübte. Und dies nicht zuletzt auch wegen der menschlich warmen Atmosphäre, die unter seiner Leitung den Zusammenhalt und die Zusammenarbeit der bei ihm Tätigen auszeichnete. Infolge des großen Andranges von Schülern konnte unter ihnen eine Auswahl getroffen werden. Wie richtig und gut sie war, bezeugen die vielen Namen von FRANCK-Schülern, die sich später als Wissenschaftler zum Teil ganz außerordentlich bewährt haben und heute über die ganze Welt verstreut anzutreffen sind. Zu ihnen gehören, um nur einige anzuführen, BLACKETT, CARIO, ATKINSON, HANLE, HERZBERG, v. HIPPEL, HOUTERMANS, KOPFERMANN, KROEBEL, KUHN, LOCHTE-HOLTGREVEN, MAIER-LEIBNITZ, MANNKOPFF, OLDENBERG, RABINOWITCH, RATHENAU, SOMMERMEYER, SPONER und so fort. Die hohe Geltung, die FRANCK in der ganzen Welt besaß, führte aus den gleichen Gründen viele hervorragende Gelehrte zum Besuch und zur vorübergehenden Mitarbeit ins Göttinger Institut. So kamen K. T. COMPTON, CONDON, DUFFENDACK, KONDRATJEW, LOOMIS, JOSEPH MAYER, SCHEIBE, TURNER, WIELAND, WINANS u. v. a., um hier mit FRANCK wissenschaftliche Probleme zu erörtern. Das wissenschaftliche Leben im Institut war infolgedessen ungewöhnlich rege und stand in engem Kontakt mit den atomphysikalischen Forschungen vor allem in England und Amerika.

FRANCKs Tätigkeit in Göttingen erlitt durch den im März 1933 zur Tatsache gewordenen Machtantritt des Nationalsozialismus eine jähe Unterbrechung. Man ließ ihn zwar in jener Zeit unbehelligt, doch erkannte FRANCK aus den bereits im Frühjahr 1933 einsetzenden und von den höchsten staatlichen Organen veranlaßten skrupellosen Rechtsverletzungen, daß sich hier eine unheilvolle, aber unaufhaltsame Entwicklung anbahnte, die zur Zerstörung der bestehenden kulturellen Bindungen der Menschen untereinander führen mußte. Obwohl bis dahin politisch nicht sonderlich interessiert, gelangte er zu dieser Einsicht mit unbeirrbarer Sicherheit wegen des ausweglosen Widerspruchs zwischen gewissen bereits eingetretenen und noch zu erwartenden Ereignissen und jenem für ihn so bezeichnenden inneren menschlichen Mitempfinden, das letzten Endes eines der bedeutsamsten kulturtragenden Kräfte in einer Gemeinschaft ist und dessen Verletzung daher ein Verstoß gegen die Urinstinkte einer Lebensgemeinschaft bedeutet.

Um sich für die nach 1933 in Deutschland einsetzende Entwicklung nicht mitverantwortlich fühlen zu müssen, legte er sein Amt mit der folgenden Begründung nieder:

„Ich habe meine vorgesetzte Behörde gebeten, mich von meinem Amte zu entbinden. Ich werde versuchen, in Deutschland weiter wissenschaftlich zu arbeiten.

Wir Deutsche jüdischer Abstammung werden als Fremde und Feinde des Vaterlandes behandelt. Man fordert, daß unsere Kinder in dem Bewußtsein aufwachsen, sich nie als Deutsche bewähren zu dürfen.

Wer im Kriege war, soll die Erlaubnis erhalten, weiter dem Staate zu dienen. Ich lehne es ab, von dieser Vergünstigung Gebrauch zu machen, wenn ich auch Verständnis für den Standpunkt derer habe, die es heute für ihre Pflicht halten, auf ihrem Posten auszuharren."

Sie kennzeichnet nach Form und Inhalt eine weise Zurückhaltung, ohne doch das zu Sagende unausgesprochen zu lassen. Sein Vorhaben, in Deutschland weiter wissenschaftlich zu arbeiten, ließ sich auf die Dauer nicht verwirklichen. Die sich überstürzenden politischen Ereignisse zwangen ihn im Herbst 1933 zu dem Entschluß, zu emigrieren. Für ihn, der mit einer selten starken Liebe an seiner Heimat, seinen Freunden und Mitarbeitern hing, war dies ein unerhört harter und sein Innerstes völlig aufrührender, wenn auch unvermeidlicher Entschluß. Sein Abschied von Göttingen gestaltete sich zu einem überwältigenden Bekenntnis der Verbundenheit von Tausenden von Menschen mit ihm und seinem Schicksal und bekundete sich durch die Teilnahme an seinem Abschied auf dem Göttinger Bahnhof mit einer den Bahnsteig kaum fassenden Menschenmenge. Indessen gab es auch andere: Eine, glücklicherweise nur kleine, Gruppe von Göttinger Professoren bezichtigte FRANCK wegen seines Schrittes der Arbeitsniederlegung der Sabotage an der neuen Regierung.

Als FRANCK Göttingen verließ, erhielt er zunächst eine Professur an der Johns Hopkins Universität in Baltimore. 1934 folgte er einer Einladung NIELS BOHRs nach Kopenhagen, in dessen Institut er bis 1935 als Gastprofessor wirkte. Als Nachklang Göttinger Diskussionen erschien zu dieser Zeit eine Arbeit mit RABINOWITCH, in der die sog. „primäre Rekombination" der photochemischen Dissoziationsprodukte in Lösungen erörtert wurde — eine Erscheinung von allgemeinerer Bedeutung für die Photochemie und Radiochemie kondensierter Systeme. Ihr lag bereits das weitgespannte Ziel zugrunde, die Geheimnisse der Elementarprozesse bei der Photosynthese aufzuklären, wie sie sich in der lebendigen Substanz im Blattgrün vollziehen. Dieses Thema hatte ihn schon in seinen letzten Göttinger Jahren mit großer Kraft angezogen. Es bestimmte von da an mit unwiderstehlicher Gewalt seinen weiteren Lebensweg. Wegen der Schwierigkeiten, die dem Verständnis der Photochemie solcher kondensierter Systeme entgegenstanden, entwickelte FRANCK ein breit angelegtes Arbeitsprogramm. Es umfaßte die ihm so vertrauten Methoden der Physik der Spektren der Fluoreszenz und Absorption, nunmehr angewandt auf komplizierte Molekeln, ebenso wie die Photochemie, von wo aus er exakte Grundlagen zur Lösung des großen Problems zu erhalten hoffte. Ein Ausdruck dieser Zielsetzungen ist die noch in Kopenhagen mit H. LEVI über die Auslöschung der Fluoreszenz in Lösungen durchgeführte Arbeit. Nach Baltimore 1935 zurückgekehrt, entwickelte er mit dem theoretischen Physiker K. F. HERZFELD auf Grund einer ersten schematischen Modellvorstellung eine quantitative kinetische Theorie der Photosynthese.

Wenn auch diese Bemühungen noch keinen entscheidenden Erfolg brachten, so bedeuteten sie doch einen Meilenstein in der Entwicklungsgeschichte der Photosynthese. Sie lieferten neue quantitative Kriterien und zeigten zum ersten Male, daß manche auffallende kinetische Vorgänge bei der Photosynthese

einer physikalisch-chemischen Erklärung zugänglich sind. Es folgten zusammen mit dem Altmeister der Fluoreszenzphysik R. W. WOOD Untersuchungen über die Fluoreszenz des Chlorophylls und das Absorptionsspektrum des schweren Wassers, mit F. F. RIEKE eine Nachprüfung der WARBURGschen Quantenausbeutebestimmungen der Photosynthese, die die außerordentliche Kompliziertheit dieses scheinbar so einfachen Problems enthüllte.

1938 richtete die Samuel Fels Foundation für FRANCK ein Photosyntheselaboratorium an der Universität Chicago ein, das er als Vorstand und Professor der physikalischen Chemie bis zu seiner Emeritierung im Jahre 1949 leitete, nach welcher Zeit sein vieljähriger Mitarbeiter, der Biochemiker H. GAFFRON, die Führung des Labors übernahm. FRANCKs Rücktritt beeinflußte indessen in keiner Weise seine aktive Teilnahme an den Arbeiten des Laboratoriums. Unter seiner und GAFFRONs Leitung ist es vielmehr zu einem Hauptzentrum der Photosyntheseforschung geworden. Seit der 1949 erfolgten Gründung des Instituts für Radiobiologie und Biophysik der Universität Chicago ist es diesem angegliedert. Hier in Chicago traf er wieder mit P. PRINGSHEIM, dem großen Fluoreszenzphysiker, zusammen, mit dem ihn schon von seiner Berliner Zeit her eine herzliche Freundschaft ebenso wie starke wissenschaftliche Interessen verbinden.

Obwohl sich die meisten von FRANCKs Mitarbeitern in Chicago mit Problemen der Photosynthese[1]) und Chlorophyllfluoreszenz[2]) beschäftigten, hat sein Interesse an anderen Gebieten der Molekularphysik und Photochemie nicht nachgelassen. So waren R. L. PLATZMANNs und G. ZIMMERMANNs Doktorarbeiten der Photochemie negativer Ionen, diejenige R. W. MATTOONs den optischen Eigenschaften von Farbstoffen gewidmet. Mit J. E. MEYER veröffentlichte er eine interessante theoretische Studie über den Mechanismus des „aktiven Transports" von Materialien durch Zellwände, mit E. TELLER eine grundlegende Analyse der Wanderung der Anregungsenergie in Kristallen und ihrer Wechselwirkung mit der Schwingungsenergie des Kristallgitters.

Der zweite Weltkrieg brachte für FRANCK wie für die meisten amerikanischen Gelehrten eine Unterbrechung seines Lebenswerkes. Auf Grund des allgemeinen Vertrauens, das er sich als Persönlichkeit und als Wissenschaftler erworben hatte, wurde er für die Kriegszeit zum Vorstand des chemischen Laboratoriums des Atombombenprojektes in Chicago gewählt, das sich hauptsächlich mit der Entwicklung chemischer Trennungsverfahren für Plutonium beschäftigte. Er hat es durch manche stürmische Periode erfolgreich geleitet und auch in dem ihm vorher fremden Gebiet zur Lösung mancher kritischer Probleme durch sein breites Wissen und sein sicheres Gefühl für den molekularen Mechanismus physikalisch-chemischer Vorgänge entscheidend beigetragen.

Seit die Entwicklung in den autoritären Machtstaaten erkennen ließ, daß unsere moderne Kultur noch viel zu unzureichend gefestigt ist, um ausschließen zu können, daß große Menschenmassen unter Ideen organisiert werden, die die Grundlage der menschlichen Kultur bedenkenlos zu zerstören vermögen, hat FRANCK mit zunehmender Aufmerksamkeit die politischen Strömungen in der Welt verfolgt. Die Erkenntnis der Möglichkeit der Organisierung machtvoller kulturzerstörender Kräfte erfüllte ihn daher mit um so größerer Besorgnis, da er als Atomphysiker klar zu übersehen vermochte, welch fürchterliches Werkzeug die Nutzung der Atomenergie in den Händen solcher Mächte werden kann. Es veranlaßte ihn, an den leidenschaftlichen Diskussionen lebhaften Anteil zu nehmen, die besonders unter den jüngeren Wissenschaftlern seit 1944 im Zusammenhang mit dem Atombombenprojekt in Amerika vor sich gingen und die auf sein Betreiben zur Bildung eines Ausschusses führte, den die Atombombenprojektleitung im Frühjahr 1945 unter seinem Vorsitz zum Studium der sozialen und politischen Konsequenzen der Entdeckung der Atomenergie einsetzte.

Die Arbeit dieses Ausschusses wurde im Jahre 1945 in einem „FRANCK-Bericht" zusammengefaßt und dem amerikanischen Kriegsminister STIMSON unterbreitet. In ihm ist ausgeführt, daß die technische Beherrschung der Kernenergie eine neue Ära in der Weltgeschichte eingeleitet hat, in der ein Krieg zur völligen Zerstörung der westlichen Zivilisation führen kann und daß Atomwaffen in den Händen souveräner Nationen internationales Vertrauen und nationale Sicherheit praktisch unmöglich machen. In Anbetracht dieses Untersuchungsergebnisses wurde im Bericht in Frage gestellt, ob der seinerzeit bereits geplante Atombombenangriff auf Japan eine weise Entscheidung darstelle oder ob es stattdessen nicht ratsamer sei, unter dem Eindruck einer Demonstration einer solchen Bombe vor Vertretern aller Nationen, einschließlich der japanischen, eine weltumspannende Aktion einzuleiten, deren Ziel es wäre, allen Nationen die Herstellung von Atomwaffen unmöglich zu machen. Dieser „FRANCK-Bericht" stellt den ersten Versuch dar, die Auffassung von Wissenschaftlern und Trägern unserer Kultur auf dem politischen Forum zur Geltung zu bringen.

Wie die Geschichte lehrt, ist der Rat des Berichtes von der amerikanischen Regierung seinerzeit nicht befolgt worden. Es wurde jedoch wenige Monate später die Errichtung einer internationalen Kontrolle der Atomwaffen zum offiziellen Ziel der amerikanischen Politik erklärt. Inwieweit indessen die erfolgte Zerstörung von Hiroshima und Nagasaki die Erreichung dieses Zieles erschwert hat und inwieweit sie für den inzwischen eingetretenen Rüstungswettlauf in Atomwaffen verantwortlich zu machen ist, wird niemand zweifelsfrei beantworten können. Die Nichtbeachtung der ernstgemeinten Mahnung des Berichtes hat FRANCK mit tiefer Sorge erfüllt und seine Überzeugung verstärkt, daß die hier aufgezeigte Gefahr von Politikern und Regierungen nicht genügend erkannt wird. Seine zurückhaltende Art erlaubte es ihm nicht, sich aktiv an den politischen und propagandistischen Streitzügen zu beteiligen, in die sich viele seiner Freunde seit 1945 gestürzt haben. Er verfolgt indessen alle derartigen Bemühungen mit lebhafter Sympathie und ist stets bereit, mit gutem Rat beizustehen.

FRANCK hat es in Deutschland ebenso wie in Amerika verstanden, eine große Zahl begabter und wissenschaftlich interessierter Schüler und Mitarbeiter aus der ganzen Welt an sich heranzuziehen. Viele von

[1]) H. GAFFRON, S. WELLER, E. FAGER, A. BROWN, TOLMACH u.a.
[2]) P. PRINGSHEIM, C. S. FRENCH, T. T. PUCK, Y. SCHIAU u. a.

ihnen haben sich als selbständig arbeitende Wissenschaftler bewährt und leitende Stellungen teils an wissenschaftlichen Instituten, teils wieder als Universitätslehrer in Deutschland und in Amerika erlangt. Ihren Namen begegnet man in wissenschaftlichen Zeitschriften des In- und Auslandes. JAMES FRANCK ist daher im besten Sinne ein Lehrer gewesen, der in vielen eine unversiegbare innere Quelle aufschloß, aus der auch er für sich sein nie ermüdendes Interesse an wissenschaftlichen Fragestellungen schöpfte. Vielen hat er gezeigt, wie Intuition und Ausdauer im Nachdenken und sinngemäß angestellte Experimente zu tiefen Einsichten in die Welt der Atome und Molekeln führen können und welche Freude die Gewinnung solcher Einsichten bereitet.

Sein Bild wäre indessen unvollständig, wenn nicht erwähnt würde, daß er seinen Schülern und Mitarbeitern alle Zeit ein Vorbild für ein schönes Menschentum abgegeben hat. Seine warmherzige Güte, sein tiefes Mitempfinden mit anderen, seine Charakterstärke und Bescheidenheit haben sie tief erlebt und werden sie für ihr ganzes Leben als bleibenden Erwerb mit sich tragen. Dies ist es auch, was seine Schüler mit dem Gefühl tiefer Verehrung mit ihm verbindet.

FRANCKs erste Gattin starb nach vieljährigem Leiden in Chicago im Jahre 1941. 1945 ist er eine zweite Ehe mit seiner früheren Göttinger Assistentin H. SPONER eingegangen, die als Physik-Professor an der Duke-Universität in Durham wirkt.

Sein Geist ist noch unermüdlich rege und wie vor 50 Jahren leidenschaftlich bemüht, Geheimnisse der Natur aufzudecken. Sein Interesse an allem Neuen in der Wissenschaft ist so lebhaft wie je zuvor. Die Schärfe seines Urteils und seine einzigartige Fähigkeit zur Veranschaulichung der atomaren und molekularen Vorgänge hat sich nicht verloren.

FRANCK ist in Amerika viel gereist, um Vorträge zu halten. Den Physikern, Chemikern und Biologen in allen Enden seiner neuen weiten Heimat ist er eine wohlvertraute und verehrte Erscheinung. Viele wenden sich an ihn um Rat in wissenschaftlichen und persönlichen Angelegenheiten. Besonders den vielen Auswanderern aus Deutschland in der Hitlerzeit hat er in der Not beigestanden und nach dem Kriege sich aktiv an der Organisation von Liebesgabensendungen nach Deutschland beteiligt. Dabei ist es sein größter Kummer gewesen, daß er nicht allen helfen konnte, die sich an ihn wandten. Mögen dem Jubilar noch viele Jahre vergönnt sein, um in der gleichen Weise im Kreise seiner Freunde, Mitarbeiter und Mitmenschen zu wirken.

Institut für Angewandte Physik der Universität Kiel.

Eingegangen am 19. Juli 1952.

Sehmechanismus und Quantenstruktur des Lichtes.

Von ERNEST BAUMGARDT, Paris.

Ein lebender Organismus ist dadurch gekennzeichnet, daß er auf Reize, die von seiner Umgebung ausgeübt werden, arteigene Antworten gibt, die im allgemeinen höhere Energien freimachen, als der Reiz zugeführt hat.

Das allgemeine Schema der Vorgänge, welche vom Reiz zur Sinnesempfindung eines hochorganisierten Tieres führen, umfaßt im Prinzip 3 Etappen: Physikalische oder chemische Wechselwirkung zwischen der Umwelt und einer oder mehrerer Sinneszellen des betrachteten Organismus, spezifische Antwort dieser Zellen, Erregung genannt, und Antwort des Zentralnervensystems.

Im Falle des Sehaktes absorbieren die in der Netzhaut befindlichen Sinneszellen einen Teil des Lichtes, welches durch die Pupille in das Augeninnere einfällt; die erste Etappe ist also physikalischer Natur, wenn man nur den Umstand berücksichtigt, daß elektromagnetische Energie vernichtet und dafür irgendwelche andere Energie geschaffen wird. Dabei liegt jedoch ein chemischer Primärprozeß vor, denn die Absorption bewirkt in jeder Licht absorbierenden Molekel des lichtempfindlichen Stoffes, des *Sehpurpurs*, eine chemische Reaktion, welche den Ausgangspunkt des Erregungsvorganges darstellt.

Reizleistung, Reizenergie und Lichtquantenzahl an der Sehschwelle.

Wie jedes Sinnesorgan und jede Nervenfaser ist auch das Auge elektrisch reizbar. Nun ist die Elektrizität diskreter Natur, und die Frage liegt nahe, wieviel negative oder positive Ionen innerhalb einer Sinneszelle eine Verschiebung erfahren, entstehen oder verschwinden müssen, um die Erregung zu bewirken. Dank zahlreicher Arbeiten sehr verschiedener Natur war es möglich, der Lösung dieses Problems näher zu kommen, wie am Ende dieses Abschnittes gezeigt werden soll.

Da die adäquate Reizung des Auges durch das Licht hervorgerufen wird und dieses Energie transportiert, stellt sich die Frage, welche Energiemenge gerade genügt, um eine kleinste Lichtempfindung beim Menschen zu bewirken. Eine Energiemenge kann aber während mehr oder weniger langer Zeit aufgenommen werden, und es ist *a priori* nicht sicher, ob ihr Mindestbetrag von diesem Intervall abhängig ist, wenn es zur Erregung kommen soll. Mißt man die *Leistung* an der Pupille bei Dauerwirkung, so findet man, daß es sich um Beträge von 10^{-17} bis 10^{-16} W handelt [*1*]. Derartig geringe Leistungen werden aber nur unter folgenden 3 Bedingungen beobachtet:

1. Das Auge muß dunkeladaptiert sein, wozu etwa $^3/_4$ Std Aufenthalt in völliger Dunkelheit nötig sind.
2. Der Sehwinkel, unter welchem dem Auge die lichtausstrahlende Fläche erscheint, darf nicht zu erheblich sein; bis zu Winkeln von 45′ — z.B. ein Kreis von 14 mm Durchmesser aus 1 m Abstand gesehen — hat eine Vergrößerung des Sehwinkels noch keine Erhöhung der Mindestleistung zur Folge, wenn die Lichtquelle nicht zentral, sondern etwa 15° peripherisch beobachtet wird, während bei zentralem Sehen ein Minimum der Leistung nur mit punktförmigen Quellen erreicht wird.

3. Die Wellenlänge des Lichtes muß möglichst nahe bei 507 mμ liegen (blaugrün).

Die zur Erregung mindestens nötige *Energie* beträgt, an der Pupille gemessen, bei peripherischem Sehen $2 \cdot 10^{-17}$ W·s†) nach HECHT, SHLAER und PIRENNE [2], $0{,}9 \cdot 10^{-17}$ W·s nach VAN DER VELDEN [3]. Da das Licht Quantenstruktur aufweist und ein Lichtquant eine Energiemenge darstellt, die der Wellenlänge umgekehrt proportional ist, kann man jede Energiemenge in Lichtquanten ausdrücken. So fand VAN DER VELDEN, daß 24 Quanten von 507 mμ genügen können, wohingegen HECHT, SHLAER und PIRENNE nie weniger als 54 maßen. Der letzte Wert muß als der zuverlässigere betrachtet werden.

Um zu so niedrigen Werten zu gelangen, war es nötig, noch eine vierte Bedingung zu erfüllen, nämlich mit sehr kurzdauernden Reizen zu arbeiten. Es zeigt sich, daß unter den günstigsten Bedingungen — Dunkeladaptation, blaugrünes Licht, peripherisches Sehen und sehr kleiner Sehwinkel — die Reizenergie noch binnen 0,1 sec zugeführt werden kann, ohne daß dadurch ihre Nutzwirkung leidet. Je größer der Sehwinkel wird, um so kleiner wird diese Zeitkonstante, und bei einem Sehwinkel von 1° beträgt sie nur noch 0,004 sec (GRAHAM und MARGARIA [4]).

Wenn man die Zahl von 54 Lichtquanten zugrunde legt, errechnet man für das Netzhautniveau nur mehr 27 Quanten, da durch Reflexion und Absorption in den Augenmedien nach LUDVIGH und MCCARTHY [5] etwa 50% des auf die Pupille fallenden Lichtes ungenützt bleiben. Andererseits scheint der Rest nicht ausschließlich zur Erregung der *Stäbchen* — das sind die im Dämmerungssehen wirksamen Sinneszellen — verwendet zu werden. Zu diesem Schluß kommt man notwendigerweise wie folgt: Mißt man an der Pupille die Mindestmenge der zur Erregung nötigen Lichtquanten für die verschiedenen Wellenlängen, so erhält man eine Kurve, die bei 507 mμ ein Minimum zeigt und bei 650 bzw. 380 mμ schon etwa hundertmal höhere Werte aufweist. Mißt man andererseits die Durchlässigkeit von Lösungen von Sehpurpur verschiedener Konzentration, so erhält man eine Kurvenschar mit einem Minimum bei 507 mμ, deren Äste um so steiler ansteigen, je geringer die Konzentration ist. Vergleicht man diese Kurvenschar mit der Kurve der relativen Empfindlichkeit des Auges beim Dämmerungssehen, so zeigt sich, daß letztere sich zwischen die Kurven für 5% und für 20% Lichtabsorption bei 507 mμ einordnet. Daraus kann man schließen, daß *höchstens* 20% und wahrscheinlich etwa 8% der auf die Netzhaut auftreffenden Quanten von 507 mμ in den Stäbchen *nutzbar* absorbiert werden. Diese Einschränkung ist notwendig, denn es wäre denkbar, daß nicht der gesamte Sehpurpur am Erregungsprozeß beteiligt ist. So finden wir als *obere* Schranke ein Minimum von 5,4 Quanten, d.h. die obere Grenze scheint 5 Quanten zu betragen.

Es ist bisher noch recht wenig bemerkt worden, wie wesentlich unsere Vorstellungen über den Sehmechanismus dadurch beeinflußt werden müssen, daß man statt Energien Quanten in Betracht zieht. Tatsächlich ist es nicht die Mindestreizenergie, die zur Erregung führt, sondern die Mindestzahl der absorbierten Quanten[1]) (Fig. 1). Mittels statistischer Methoden, auf die wir weiter unten eingehen, kann man zeigen, daß in Licht jeder Wellenlänge die Zahl der von den Stäbchen absorbierten Quanten an der *Schwelle*, d.h. beim gerade noch zur Erregung führenden Minimalreiz, ebenso hoch wie in blaugrünem Licht liegt, obwohl die Quantenenergie z.B. rotgelben Lichtes nur noch 80% so groß wie die des blaugrünen ist. Man muß also annehmen, daß die Absorption eines Lichtquants immer denselben Beitrag zur Erregung liefert, welche Energie es auch transportieren möge. Dies wird besonders klar, wenn man bedenkt, daß ja der Sehpurpur, wie alle Pigmente, selektiv absorbiert und z.B. die hohen Energien des violetten

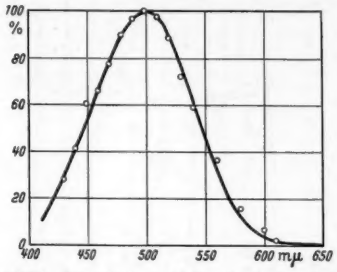


Fig. 1. Vergleich der relativen Absorptionskurve des Sehpurpurs (ausgezogene Linie) mit der relativen Empfindlichkeit der Retina im Dämmerungssehen (Kreise). Die ausgezogene Linie gibt die in *Lichtquanten* ausgedrückte Absorption des Sehpurpurs (in Prozent des Maximalwertes auf der Ordinate) wieder. Wird die vom Sehpurpur absorbierte *Lichtenergie* zugrunde gelegt, so decken sich die beiden Kurven nicht mehr. Abszisse: Lichtwellenlängen in mμ (nach R. GRANIT 1947, Sensory mechanisms of the Retina).

Lichtes weniger wirksam sind als die merklich geringeren des blaugrünen Lichtes. So kommt man eindeutig zu folgendem Bild:

Wenn eine geringe Zahl von Lichtquanten — fünf oder noch weniger — im dunkeladaptierten Auge von Stäbchen, die sich in einem Netzhautbereich von 45′ Durchmesser befinden, während eines genügend kurzen Zeitraums absorbiert wird, kommt es zu einer fortgeleiteten Erregung. Da sich in einem solchen Bereich etwa 10000 Stäbchen befinden (POLYAK [7]) und die Lichtquanten in Zeit und Raum dem Zufall gemäß verteilt sind, wird praktisch in jedem Stäbchen ein oder kein Quant absorbiert; also muß ein Stäbchen dank der Absorption eines einzigen Quants einen Beitrag zur fortgeleiteten Erregung liefern.

Diese Vorstellung ist in ausgezeichneter Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Histologie (Fig. 2) und der Nervenphysiologie. Nach POLYAK [7] ist der Durchmesser der Verzweigungen der Riesenganglienzellen der Retina etwa 1°10′ (Fig. 3); diese Gebiete überlappen sich teilweise. Daraus kann man schließen, daß die Stäbchen, die über Bipolarzellen (Fig. 2) mit einer solchen Riesenganglienzelle gekoppelt sind, eine *quasi unabhängige Einheit* bilden und dies sich bei Schwellenmessungen bemerkbar machen muß (BAUMGARDT [8], [9]). Tatsächlich ist es ja, wie schon bemerkt, gleichgültig, ob die 5 Lichtquanten in einem Gebiet, das nur wenige Stäbchen, oder einem sehr viel größeren, das bis zu 10000 Stäbchen enthält, absorbiert werden. Ein solches Gebiet entspricht aber

†) Seit 1948 ist s das internationale Symbol der Zeiteinheit (Sekunde). Somit ist W. s das Symbol der Wattsekunde.

[1]) Dies wird schon dadurch nahegelegt, daß die Empfindlichkeitskurve für Dämmerungssehen nur dann mit einer Sehpurpurabsorptionskurve zur Deckung gebracht werden kann, wenn man die Lichtenergien in Quanten ausdrückt (BLUM [6]).

ungefähr dem durchschnittlichen, nicht überlappten Bereich einer Riesenganglienzelle und enthält etwa 100 kleinere Einheiten, aus je 100 Stäbchen, 2 bis 3 Zapfen, etwa 5 Bipolarzellen und einer kleinen Ganglienzelle bestehend (Fig. 2). Aus der Nervenphysiologie weiß man andererseits, daß unterschwellige Reize in Nervenzellen lokale Potentiale erzeugen, die sich mit Dekrement ausbreiten und 1 mm von ihrem Entstehungsort

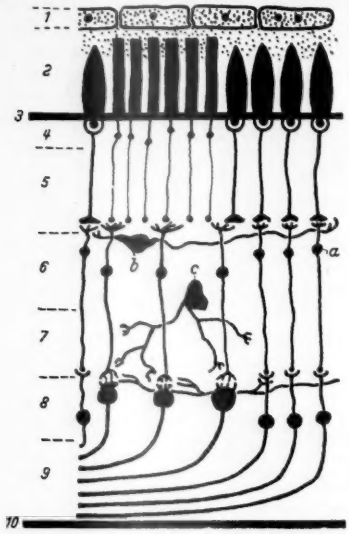


Fig. 2. Schematische Darstellung der Netzhautschichten. *1* Pigmentepithelzellen; *2* Stäbchen und Zapfen; *3* Membrana limitans externa; *4* äußere Körnerschicht (Zapfen- und Stäbchenkerne); *5* äußere Retikulärschicht; *6* innere Körnerschicht (Zellkerne der Bipolaren [*a*], Horizontalzellen [*b*] und Amakrinen [*c*]); *7* innere Retikulärschicht; *8* Ganglienzellschicht; *9* Optikusfaserschicht; *10* Membrana limitans interna.

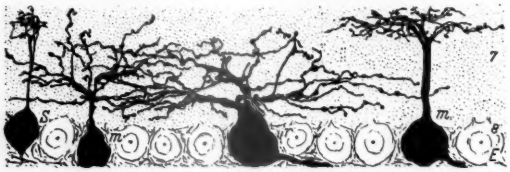


Fig. 3. Ganglienzellen der Netzhaut (Schicht *7* und *8* der Fig. 2). *r* ist eine Riesenganglienzelle mit weitreichender Verästelung; *m*, *s* spezielle Typen von retinalen Ganglienzellen (nach POLYAK 1941).

bereits unnachweisbar schwach werden. Wenn solche lokalen Potentiale in genügend kurzen Zeitabständen in einem gegebenen Nervengebilde auftreten, können sie sich summieren und Anlaß zur Entstehung eines Aktionspotentials geben. Die elektrophysiologischen Arbeiten von RUSHTON [*10*] am Katzenauge haben objektiv gezeigt, daß diese Vorstellung von der Aufgabe der Riesenganglienzellen tatsächlich zutrifft. Man ist also genötigt anzunehmen, daß einige wenige lokale Potentiale, die im Bereich einer Riesenganglienzelle in kurzen Zeitabständen durch die Absorption von je einem Lichtquant in verschiedenen Stäbchen entstehen, diese Ganglienzelle zur Erregung bringen können, so daß sie Nervenaktionsströme in die höheren Zentren sendet, die dort zu einer Schwellenempfindung Anlaß geben.

Die Absorption eines Lichtquants kann aber nur zur Zersetzung einer einzigen Sehpurpurmolekel führen, also höchstens ein einziges Paar von Ionen bilden, welche auf eine bisher unbekannte Weise zur Entstehung eines lokalen Potentials führen.

Die statistische Natur der Sehschwelle.

Jede Empfindungsschwelle ist anscheinend schnellen Schwankungen unterworfen. Wenn man z.B. die absolute Sehschwelle unter wohldefinierten, konstanten Bedingungen mit kurzdauernden Lichtreizen mißt, so zeigt sich, daß unterhalb einer gewissen *Leuchtdichte*[1]) der Beobachter den Lichtblitz nicht jedesmal sieht. Geht man zu noch geringeren Leuchtdichten über, so sinkt diese *Sehfrequenz* weiter; als *Schwellenleuchtdichte* oder kurzweg Schwelle bezeichnet man diejenige, der eine Sehfrequenz von 50% entspricht. Unterhalb der Schwelle sinkt die Sehfrequenz schließlich auf null, d.h. der Beobachter sieht einen viel zu schwachen Lichtblitz niemals (Fig. 4).

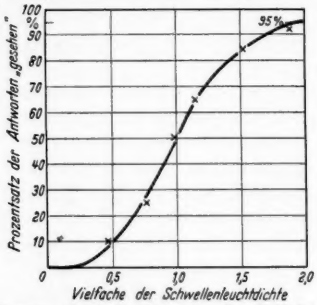


Fig. 4. Sehfrequenz bei schwellennaher Leuchtdichte l. Wenn l_s die Schwellenleuchtdichte ist, der also 50% Antworten „gesehen" entsprechen, dann ist bei $0{,}5\,l_s$ die Sehfrequenz auf etwa 10% gefallen, wohingegen sie bei $2\,l_s$ bereits 95% erreicht. Die ausgezogene Kurve ist eine POISSONsche Kurve für $n = 5$. Ordinate: Zahl der „gesehenen" in Prozent der dargebotenen Reize (Sehfrequenz); Abszisse: Leuchtdichte l der Reizfläche in Vielfachen der Schwellenleuchtdichte l_s (nach BAUMGARDT 1949).

Man nahm gemeinhin an, daß dieses Verhalten physiologischen Schwankungen entspräche; es ist sehr einfach, diese Hypothese zu widerlegen, soweit es sich um das Sehorgan handelt. Damit wird es natürlich schwieriger, sie für die anderen Sinnesorgane aufrecht zu erhalten, weil so fundamentale Eigenschaften allen Sinneszellen gemeinsam sein dürften.

Wenn die Absorption von fünf oder noch weniger Lichtquanten zur Schwellenempfindung führt, dann muß bei gleichbleibender Reizung notwendig eine anscheinende Schwankung der Schwelle aus rein physikalischen Gründen auftreten: die Reizmenge muß schwanken. Da nämlich die von einer Lichtquelle ausgehenden Quanten in Raum und Zeit sich dem Zufall gemäß verteilen, so ist es unmöglich, eine gegebene kleine Anzahl von Quanten mit Sicherheit zur Absorption zu bringen. Wenn die auf die Pupille fallende, denkbar konstant gehaltene Lichtmenge so abgemessen ist, daß *im Durchschnitt* pro Lichtblitz 5 Quanten in den Stäbchen absorbiert werden, dann bedeutet das nur, daß in einem gegebenen Einzelversuch eine größere Wahrscheinlichkeit dafür besteht, daß 5 Quanten, als dafür, daß 0, 1, 2, ... oder 6, 7, 8, ... zur Absorption kommen. Das POISSONsche Gesetz der kleinen Zahlen gestattet, diese Wahrscheinlichkeiten zu errechnen. Wenn man ansetzt, daß die nutzbare

[1]) Die Leuchtdichte, eine photometrische Größe, mißt die Intensität des Lichtreizes. Sie ist der Intensität des Netzhautbildes proportional und darum unabhängig vom Abstand zwischen Objekt und Auge.

Absorption von 5 Quanten zur Erregung führt, dann errechnet man, daß bei einer *durchschnittlichen* Absorption von 5 Quanten der Lichtblitz in 60% der Fälle gesehen werden müßte und, kann im übrigen die Sehfrequenz für jede beliebige Leuchtdichte vorausbestimmen. Der Versuch zeigt eindeutig (HECHT, SHLAER und PIRENNE; VAN DER VELDEN; BAUMGARDT), daß die Sehfrequenz sich wie vorhergesehen mit der Leuchtdichte ändert. Die beobachteten Kurven sind POISSONsche Kurven, aus denen man durch Vergleich mit den theoretisch für $n = 1, 2, \ldots$ berechneten Kurven (Fig. 5) für die Zahl der zur Erregung notwendigen zu absorbierenden Quanten Werte zwischen 2 und 5, zuweilen auch ein wenig höhere, abliest. Es besteht also Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen der physikalischen und der statistischen Methode: Die Zahl der nötigen Quanten n ist mindestens 2 und im allgemeinen 5.

Diese Erkenntnis ist nur qualitativer Natur. Um den genauen Wert von n zu finden, kann man prinzipiell folgendermaßen verfahren: Wenn die Absorption von n Quanten innerhalb einer quasi-unabhängigen Einheit entsprechend einem Sehwinkel φ zur Erregung führt und eine Leuchtdichte L_0 nötig ist, um die Schwelle beim Sehwinkel φ zu erreichen, dann muß bei Beleuchtung von N quasi-unabhängigen Einheiten die Schwellenleuchtdichte $L \approx L_0/\sqrt[n]{N}$ sein (VAN DER VELDEN). Alle Messungen dieser Art (BAUMGARDT [*8*], VAN DER VELDEN [*3*], VAN DER VELDEN und BOUMAN [*11*]) zeigen eindeutig, daß $n = 2$ ist: Wenn mehrere quasi-unabhängige Einheiten im Spiel sind, gilt das PIPERsche Gesetz, nach dem die Schwellenleuchtdichte der *Quadratwurzel* der beleuchteten Netzhautfläche umgekehrt proportional ist (Fig. 6).

Eine im Prinzip ähnliche Methode besteht darin, bei gleichbleibender Größe der beleuchteten Netzhautfläche die Dauer des Lichtreizes zu verändern. Mathematisch gesehen handelt es sich darum, zu errechnen, wie groß die Wahrscheinlichkeit dafür ist, daß *mindestens einmal* n Quanten binnen einer Zeitspanne τ (s. oben) absorbiert werden, wenn die Dauer des Lichtblitzes t ist und im ganzen P Quanten absorbiert werden. Dieses Problem ist gleichbedeutend mit folgendem: Auf einer Strecke der Länge t werden dem Zufall gemäß P Punkte bezeichnet. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit dafür, daß mindestens *eine* Gruppe von n Punkten sich innerhalb einer Strecke der Länge τ befindet?

Das Problem wurde von P. LEVY [*12*] gelöst. Damit für $t = a\tau$ die Absorption von n Quanten innerhalb der Zeit τ ebenso wahrscheinlich ist wie bei der Leuchtdichte L_0 für $t_0 = \tau$, wobei a eine positive, im Verhältnis zu 1 nicht zu kleine Zahl ist, muß die Leuchtdichte $L = \sqrt[n]{a}\, L_0$ sein. Alle Messungen von diesem Typus ergaben ebenfalls eindeutig $n = 2$ (VAN DER VELDEN [*3*]).

Es erhebt sich die Frage, warum n, aus der Sehfrequenzkurve berechnet, Werte annimmt, die praktisch zwischen 2 und 7 und meistens bei 5 liegen, während Flächen- und Zeitgesetz immer eindeutig den Wert 2 liefern. Um diesen scheinbaren Widerspruch zu klären, gilt es zunächst zu erkennen, daß die Interpretation der Sehfrequenzkurve tatsächlich zwingend und keineswegs hypothetisch ist. Solange keine neuen Beobachtungstatsachen vorliegen, die den Wert der Absorptionswahrscheinlichkeit eines Lichtquants von 507 mμ in den Stäbchen sehr verschieden von 10% erscheinen lassen (s. oben), liegt der Beweis vor, daß die Absorption einiger weniger Quanten zur Schwellenempfindung führt. Da aber andererseits der Zufallscharakter der Verteilung dieser Quanten in Zeit und Raum zu einer Kurve vom Typus der Sehfrequenzkurve führen *muß*, so ist deren Interpretation tatsächlich zwingend und eindeutig.

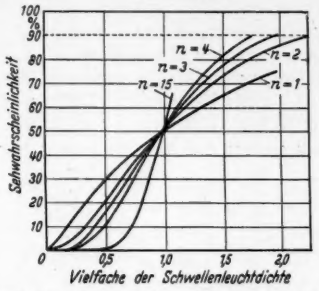


Fig. 5. Nach dem POISSONschen Gesetz unter der Annahme berechnete Sehfrequenzkurven, daß die Sehschwelle durch die Absorption von $n = 1, 2, 3, 4, \ldots, 15$ Lichtquanten erreicht wird. Der Vergleich mit der gemessenen Kurve gestattet die Bestimmung von n. Abszisse und Ordinate wie in Fig. 4 (nach BAUMGARDT 1949).

Anders verhält es sich mit der Interpretation der Flächen- und Zeitgesetzmäßigkeit: *jeder* Typus dem Zufall unterworfener Ereignisse, der gewisse Bedingungen erfüllt, kann zu ihrer Erklärung dienen. Diese Bedingungen sind: Unabhängigkeit der Einzelereignisse voneinander und Aufeinanderfolge mindestens zweier Einzelereignisse innerhalb einer Zeitspanne τ

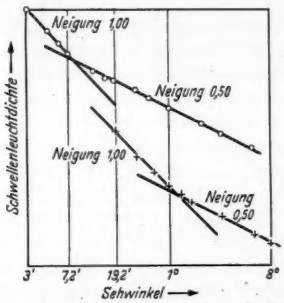


Fig. 6. Die Schwellenleuchtdichte l (in logarithmischem Maßstab auf der Ordinate) ist der gereizten Netzhautfläche (in logarithmischem Maßstab auf der Abszisse) umgekehrt proportional, solange dieser praktisch nur eine quasi-unabhängige Einheit entspricht (RICCOSches Gesetz). Wenn die Zahl der gereizten Einheiten merklich größer als l ist, gilt das PIPERsche Gesetz, nach dem die Schwellenleuchtdichte der Wurzel aus der gereizten Oberfläche proportional ist. Peripherisches Sehen, 15° extrafoveal. ○ Extremes Rot; × Blau. Die dem Rotsehen entsprechenden Einheiten gehorchen bereits bei einem Sehwinkel von 10′ dem PIPERschen Gesetz, die dem Blausehen entsprechenden erst bei 1,5° (nach BAUMGARDT 1949).

und innerhalb des Bereiches einer quasi-unabhängigen Einheit. Lokale Potentiale, wie sie bei der Absorption von Lichtquanten entstehen, erfüllen diese Bedingungen und *können* die Form der Flächen- und Zeitgesetze erklären. Da aber diese Erklärung mit der Interpretation der Sehfrequenzkurve im Widerspruch steht, so muß sie durch eine andere, mögliche, ersetzt werden, die diesen Mangel nicht aufzeigt.

Es würde genügen anzunehmen, daß eine Lichtempfindung jedesmal dann eintritt, wenn eine Mindestzahl von Erregungen der Ganglienzelle statthat, wobei es zunächst offen bleibt, wie groß diese Zahl ist, jede

Einzelerregung jedoch durch die Absorption von 2 Quanten bewirkt wird. Da die Zahl der notwendigen Einzelerregungen damit als von höheren Zentren bestimmt erscheint, wird es klar, warum sie von Beobachter zu Beobachter und von einem Zeitpunkt zum andern schwankt. Der physische und psychische Zustand des Beobachters bestimmt seine Aufmerksamkeit, d.h. die Zahl der Nervenaktionsströme, welche im Sehzentrum eintreffen müssen, um eine Lichtempfindung auszulösen. Es muß nun noch bewiesen werden, daß ein solcher Mechanismus der Form der Zeit- und Flächengesetze nicht widerspricht. Dieser Beweis wurde von BAUMGARDT [*13*] geführt. Es wurde mit einfachen Hilfsmitteln der Wahrscheinlichkeitsrechnung gezeigt, daß diese Gesetze gültig bleiben,

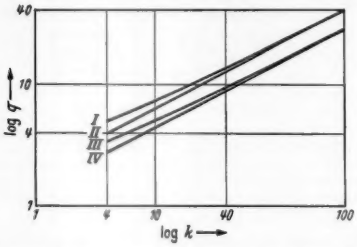


Fig. 7. *I* und *III*: berechnete Werte der Zahl q von Lichtquanten, die in k Einheiten absorbiert werden müssen, damit 50% Wahrscheinlichkeit für eine Schwellenerregung besteht. *I*: unter der Annahme, daß *eine* paarweise Absorption genügt; *III*: unter der Annahme, daß zwei solche oder eine dreifache Absorption nötig sind; *II* und *IV*: Verlauf von q nach dem PIPERschen Gesetz. Die beobachteten Kurven sind von den berechneten praktisch ununterscheidbar (s. Fig. 6).

wenn statt *einer* paarweisen Lichtquantenabsorption deren mehrere nötig sind, um die Schwellenempfindung auszulösen, vorausgesetzt, daß man nicht allzu kleine Vielfache von τ oder eine sehr geringe Zahl von quasi-unabhängigen Einheiten betrachtet.

Wenn wir mit k die Zahl der quasi-unabhängigen Einheiten bezeichnen, die dem Netzhautbild entsprechen, dann sei q die durchschnittliche Zahl der Lichtquanten, die in diesem Bereich während der Zeit τ nutzbar absorbiert werden müssen, damit es zur Schwellenempfindung kommt. Es hätte keinen Sinn, q als bestimmte Größe behandeln zu wollen, denn wie konstant auch eine Lichtquelle sein mag, so ist doch ihre Emission, wie auseinandergesetzt, stets statistischen Schwankungen ausgesetzt.

Fig. 7 zeigt, daß der Verlauf von q in Abhängigkeit von k praktisch dem PIPERschen Gesetz folgt, ganz gleich, ob man annimmt, daß die Schwellenempfindung durch die Absorption von einem oder von zwei Dubletts (oder einem Triplett) verursacht wird. Daran ändert sich auch nichts, wenn man 3 Dubletts ansetzt.

Die für kleine Werte von k noch merkliche Abweichung vom PIPERschen Gesetz — etwa 10% für $k=25$, was bei rotem Licht und peripherischem Sehen einem Sehwinkel von etwa 25′ entspräche — muß sich in Wirklichkeit geringer, als hier berechnet, herausstellen. Die Gebiete der Ganglienzellen, d.h. die quasi-unabhängigen Einheiten, überlappen sich nämlich, so daß es für kleine k noch häufig vorkommen wird, daß 2 Lichtquanten, die als in zwei verschiedenen Einheiten absorbiert angesetzt sind, in Wirklichkeit doch in ein- und demselben absorbiert werden. Außerdem aber darf man nicht vergessen, daß bei Schwellenmessungen dieser Art hunderte und aberhunderte von Einzelversuchen nötig sind, so daß die Ermüdung der Versuchsperson und langsame, durch höhere Zentren bedingte Schwellenänderungen die Genauigkeit der Messungen begrenzen. Unter diesen Umständen ist die Übereinstimmung zwischen Experiment und Theorie als sehr befriedigend zu bezeichnen. Der Widerspruch zwischen Sehfrequenzkurve und Flächen- bzw. Zeitgesetz ist damit als nur scheinbar erkannt.

Die Zahl der nutzbar absorbierten Quanten, die eine Schwellenempfindung ergeben, ist durch die gemessene Sehfrequenzkurve bestimmt. Das praktisch gefundene Flächen- bzw. Zeitgesetz ist durch die Annahme zu erklären, daß mindestens 2 Quanten innerhalb einer Zeit τ und einer quasi-unabhängigen Einheit eintreffen müssen, um die Ganglienzelle zu erregen, daß aber ein oder mehrere solcher Doubletts für eine Schwellen*empfindung* erforderlich sind.

Differentialschwelle, Sehschärfe und Quantennatur des Lichtes.

DE VRIES [*14*] hatte bereits darauf hingewiesen, daß die Quantennatur des Lichtes genügend bedeutende Intensitätsschwankungen bedingt, um auch bei weit überschwelligen Reizen gewisse Erscheinungen hervorzurufen, die bei einem kontinuierlichen Energiefluß nicht auftreten würden. Wie auch immer der Sehmechanismus im einzelnen beschaffen sein mag, es ist klar, daß beim überschwelligen Sehen diese Schwankungen nicht direkt als solche bemerkt werden können. Das Auge, wie auch jedes andere Sinnesorgan, dient dazu, seinem Besitzer weitestgehende Angleichung an die in der Außenwelt vorgehenden Veränderungen zu ermöglichen, und eine Reaktion auf Intensitätsschwankungen so unvermeidlicher und unspezifischer Natur wie diejenigen, die durch die Quantennatur des Lichtes bedingt sind, wäre jeden adaptativen Charakters bar.

Man weiß, daß die Differentialschwelle, d.h. die Quantität ΔI, um die man eine Leuchtdichte I erhöhen muß, damit der Beobachter den Unterschied wahrnehmen kann, nicht konstant ist, sondern mit wachsendem I zunimmt. Die Gesetzmäßigkeit dieser Zunahme hat zu vielen Hypothesen Anlaß gegeben, ohne daß jedoch zur Zeit der Mechanismus der Differentialschwelle als bekannt bezeichnet werden könnte. Dagegen ist es nach dem Gesagten klar, daß in einem kleinen Netzhautgebiet ein Leuchtdichtenunterschied nur dann wahrgenommen werden kann, wenn er innerhalb einer gewissen Zeit, die wir als *Nutzzeit* bezeichnen und die 0,25 s nicht zu überschreiten scheint, mindestens so groß oder größer als die mittlere statistische Schwankung der Zahl der absorbierten Lichtquanten ist.

So müßte also die *Sehschärfe* mit der Quantennatur des Lichtes eng zusammenhängen, denn man kann eine Feinstruktur eben dann noch erkennen, wenn die entsprechenden Netzhautbereiche unterscheidbare Mengen von Lichtquanten innerhalb der Nutzzeit absorbieren. Es fragt sich, ein wievielfaches (b) der durchschnittlichen Schwankung $\Delta' I$ die Änderung von I betragen muß, damit $I+\Delta I$ von I gerade noch unterschieden werden kann und somit $b \cdot \Delta' I = \Delta I$, d.h. gleich der Differentialschwelle wird.

ROSE [15] fand experimentell, daß dieser Faktor gleich 5 ist; die Messungen wurden bei niedrigen Leuchtdichten durchgeführt. Es zeigt sich, daß zwischen der absoluten Schwelle und 1000 apostilb, d.h. in einem Bereich, in dem die Leuchtdichte auf etwa das 10^8fache des Schwellenwertes ansteigt, die Differentialschwelle dieserart größenordnungsmäßig vorausberechnet werden kann. Bei niedrigen Leuchtdichten errechnet man ΔI sogar ohne Fehler, und bei hohen Leuchtdichten findet man Werte, die nur etwa dreimal zu klein sind. Dies beweist eindeutig, daß in diesem enormen Leuchtdichtenbereich Sehpurpurerschöpfung nur eine sehr untergeordnete Rolle gegenüber dem rein physikalischen Phänomen der statistischen Schwankungen der pro Zeit- und Flächeneinheit absorbierten Lichtquanten spielen kann, zumal noch durch Nerventätigkeit bedingte Hemmungserscheinungen einen Teil der Abweichung erklären können.

Der diskreten Natur des Lichtes entspricht eine ebensolche jeglicher anderer Energie; diese physikalische Tatsache muß notwendig bei jeder Art von Reizung eine Rolle spielen, und so ist zu hoffen, daß man der Lösung zahlreicher Probleme der Sinnesphysiologie auf dem angedeuteten Wege allmählich mit Erfolg wird näher kommen können.

So haben z. B. BAUMGARDT und CHOCHOLLE [16] gezeigt, daß an der Hörschwelle nicht Druckunterschiede, sondern Leistungen die Reizung bewirken, während beim merklich überschwelligen Hören das Umgekehrte der Fall ist. Daraus konnte der Schluß gezogen werden, daß eine relativ geringe Anzahl von Elementarereignissen statthaben muß, damit eine Schwellenhörempfindung eintritt, und daß es sich möglicherweise um einzelne Molekelstöße handelt, die zur Erregung der im Innenohr auf der Basilarmembran befindlichen Sinneszellen führen.

Literatur.

[1] AUTRUM, H.: Naturwiss. **35**, 361 (1948). — [2] HECHT, S., S. SHLAER and M. PIRENNE: J. Gen. Physiol. **25**, 819 (1942). — [3] VELDEN, A. VAN DER: Physica **11**, 179 (1944). — [4] GRAHAM, C., and R. MARGARIA: Amer. J. Physiol. **113**, 229 (1935). — [5] LUDVIGH, E., and E. MCCARTHY: Arch. of Ophthalm. **20**, 37 (1938). — [6] BLUM, H.: Science [Lancaster, Pa.] **87**, 193 (1938). — [7] POLYAK, S.: The retina. The Univ. Chicago Press 1941. — [8] BAUMGARDT, E.: Rev. Opt. théor. instrument. **28**, 453, 661 (1949). — [9] BAUMGARDT, E.: C. R. Soc. Biol. Paris **143**, 786 (1949). — [10] RUSHTON, W.: Nature [London] **1949**, No. 4174, 473. — [11] VELDEN, A. VAN DER, and M. BOUMAN: J. Opt. Soc. America **37**, 908 (1947). — [12] LEVY, P.: C. R. Acad. Sci. Paris **208**, 147 (1939). — [13] BAUMGARDT, E.: Année psychol. **1952**. — [14] VRIES, HL. DE: Physica **10**, 553 (1943). — [15] ROSE, A.: J. Opt. Soc. America **38**, 196 (1948). — [16] BAUMGARDT, E., et R. CHOCHOLLE: C. R. Soc. Biol. Paris **1952**.

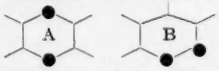
Laboratoire de Physiologie des Sensations du Collège de France, Paris.

Eingegangen am 14. März 1952.

Konstitution und Wirkung cancerogener aromatischer Substanzen*).

Von HERMANN DRUCKREY, DIETRICH SCHMÄHL und PETER DANNEBERG, Freiburg i. Br.

Auf besonderen Wunsch des Herausgebers werden für diejenigen Leser, die mit dem Stoff weniger vertraut sind, die Grundbegriffe der Lehre von den aromatischen Verbindungen kurz erläutert. Im *Benzol*, dem Grundstoff, sind von jedem C-Atom nur drei von den vorhandenen vier Elektronenpaaren in Valenzbindung besetzt, nämlich die, die von den beiden benachbarten C-Atomen und vom Wasserstoffatom gebunden sind. Diese Elektronen sind damit lokalisiert. Sie werden als σ-Elektronen bezeichnet. Das vierte Elektronenpaar, das in der Schreibweise der klassischen Valenzchemie durch die Doppelbindungen jeweils symbolisiert wird, hat dagegen keine räumliche Zuordnung zu einem bestimmten C-Atom, sondern ist der ganzen Molekel zuzuordnen. Diese *beweglichen* Elektronen werden als π-Elektronen bezeichnet.



Die Kondensation weiterer Ringe z.B. an das Benzol nennt man „Anellierung". Sie kann nach zwei Prinzipien erfolgen. Die Anellierung nach Typ A führt zu den „Azenen", die nach Typ B dagegen zu den „Phenen".

Die Einflüsse, die die Anellierung auf die Verteilung der beweglichen π-Elektronen in der Molekel und damit auch auf ihre Eigenschaften und *Wirkungen* haben („Anellierungseffekte"), müssen sich vornehmlich an den Stellen der Molekel auswirken, die von der Anellierung *nicht* betroffen sind. Das sind die „Mesoregionen". Sie sind in den Formelbildern A und B durch Punkte markiert. An diesen Stellen ist die Dichte der beweglichen π-Elektronen in der Molekel am höchsten. Da sie auch für die krebserzeugende Wirkung der höheren Aromaten maßgeblich erscheinen (O. SCHMIDT), wurden sie als „*K*-Regionen" bezeichnet. (Siehe E. CLAR sowie B. EISTERT [25], ferner L. PAULING, „The nature of the chemical bond", 2. Aufl., Oxford Univers. Press 1950).

1.

Die bisher bekannten Beziehungen zwischen chemischer Konstitution und Wirksamkeit krebserzeugender aromatischer Substanzen geben folgendes Bild:

In der Reihe der *aromatischen Kohlenwasserstoffe* besteht ein auffallender Zusammenhang zwischen der Dichte der beweglichen π-Elektronen an den Meso-Regionen (*K*-Regionen) der Molekeln und ihrer cancerogenen Wirksamkeit [1]. Substitutionen, die die π-Elektronendichte erhöhen, haben meist einen entsprechenden „auxocancerogenen" Effekt [2]. Das gilt z.B. für die Substitution der Methylgruppe und für die Anellierung weiterer Ringe in geeigneter Position. Die Grundkörper Anthrazen und Phenanthren sind noch nicht wirksam, haben aber bereits „cancerophore" Eigenschaften, denn ihre Methylderivate, z.B. 9,10-Dimethylanthrazen oder 1,2,3,4-Tetramethylphenanthren, sind wirksame Cancerogene [3]. Noch stärker ist der Anellierungseffekt (Fig. 1). 1,2,5,6-Dibenzanthrazen (I) oder 20-Methylcholanthren (II) sind schon so wirksam, daß an der Ratte oder Maus die einmalige Injektion von weniger als 1 mg genügt, um Krebs zu erzeugen [4].

Die stärkste „auxocancerogene" Eigenschaft hat offenbar die basische Aminogruppe am aromatischen Ring [5]. Anilin ist beim Menschen bereits cancerogen [6], β-Naphthylamin auch am Tier [7]. Der wirkungsverstärkende Effekt der basischen Aminogruppe ist also ähnlich groß, wie der einer Anellierung von zwei Benzolringen z.B. am Naphthalin [2], die etwa zu dem nur schwach wirksamen 1,2-Benzanthrazen (= 1,2,6,7-Dibenz-naphthalin) führen würde.

In der Reihe der *aromatischen Amine* nimmt die Wirksamkeit mit weiterer Anellierung oder Substitution von Methyl in geeigneter Position genau so zu wie in der Reihe der Kohlenwasserstoffe. Die 2-Ringsysteme: β-Naphthylamin, 4-Dimethylamino-azobenzol

*) Vortrag auf dem 2. internationalen Kongreß für Biochemie, Paris 1952. Die Arbeiten wurden durch die „Deutsche Forschungsgemeinschaft" ermöglicht.

[8] (III), 4-Dimethylamino-diphenyl [9] und 4-Dimethylamino-stilben [10] sind (in ansteigender Reihenfolge geordnet) weitaus stärker cancerogen als Anilin. Noch stärker wirksam sind die 3 Ring-Systeme: 2-Amino-anthrazen [11] und 2-Amino-fluoren [12].

Die cancerogene Wirksamkeit setzt in beiden Stoffklassen voraus, daß ein ungestörtes System konjugierter Doppelbindungen über die ganze *Länge* der Molekel besteht [13], und zwar bei den aromatischen Aminen vom Stickstof fatom an, das in Parastellung (Position 4) steht [14]. 2- oder 3-Dimethylamino-azobenzol oder -stilben sind nicht cancerogen [15]. Die gestreckte Form und die Länge der Molekel scheinen für die cancerogene Wirksamkeit eine ähnliche Rolle

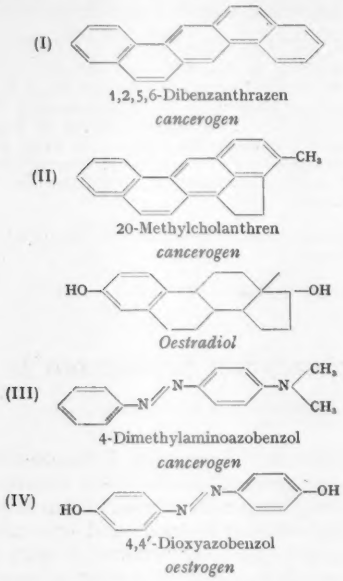


Fig. 1. Konstitution einiger cancerogener und oestrogener Substanzen.

zu spielen, wie z.B. für die oestrogene Wirksamkeit von Phenolen. Bei ihnen wurde eine Länge von 8,55 Å optimal gefunden [16]. Die gestreckte Form der cancerogenen und oestrogenen Molekeln geht aus den Formelbildern I bis IV und vom Oestradiol in Fig. 1 klar hervor. Die übliche Schreibweise bringt dagegen diesen Zusammenhang nicht zum Ausdruck.

Die wirkungsbestimmenden Eigenschaften der cancerogenen aromatischen Amine zeigen eine bemerkenswerte Übereinstimmung mit jenen Eigenschaften von Farbstoffen, die ihre „Substantivität" bedingen, d.h. ihre Fähigkeit, auf lineare Zellulose-Molekeln „direkt" aufzuziehen [16a]. Beide Wirkungen, nämlich die, Krebs zu erzeugen, und die andere, substantiv Fasern zu färben, setzen in ganz ähnlicher Weise folgende Eigenschaften voraus: 1. eine gestreckte, lineare Form der Molekeln; 2. eine coplanare Anordnung der Ringsysteme; 3. das Vorhandensein eines resonanzfähigen Systems konjugierter Doppelbindungen; 4. die Fähigkeit, Wasserstoff-Brückenbindungen zu geben; 5. einen optimalen Abstand zwischen den Wasserstoffbindungen liefernden Gruppen bzw. eine bestimmte Länge der Molekel; 6. ein Minimum an solubilisierenden Gruppen.

Es erscheint daher lohnend, die den Vorgang der substantiven Färbung bestimmenden Gesetzmäßigkeiten und die bekannten Beziehungen zwischen Konstitution und Substantivität von Farbstoffen auch für die Klärung des Wirkungsmechanismus von cancerogenen Substanzen heranzuziehen. Dies um so mehr, als ohnehin Beziehungen zwischen krebserzeugenden Substanzen und Farbstoffen bestehen [14]. Ein weiterer Anlaß zur Verfolgung solcher Zusammenhänge folgt aus unserer Beobachtung, daß polymere Kunststoffe aus linearen Makromolekeln, die Wasserstoffbindungen liefernde Gruppen tragen, nach Implantation an der Ratte Krebs erzeugen. Darüber ist an anderer Stelle berichtet worden. [(Z. Naturf. **7b**, 353 (1952).]

2.

Die chemische Konstitution der Grundmolekeln hat bei den cancerogenen Aminen und ebenso auch bei den cancerogenen Kohlenwasserstoffen keine spe-

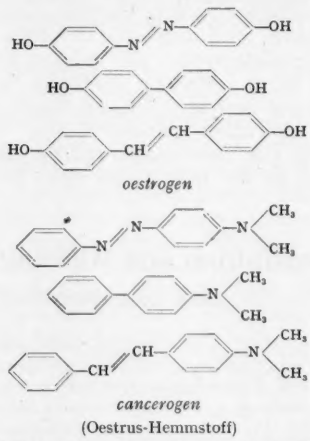


Fig. 2. Die Bedeutung der polaren Gruppen an der Molekel für die Richtung der pharmakologischen Wirkung. Die gleichen Grundmolekeln liefern als 4,4′-Dioxy-Verbindungen Oestrogene und als 4-Dimethylamino-Verbindungen Cancerogene, die zugleich Hemmstoffe für den Oestrus sind.

zifische Bedeutung für diese Richtung der Wirkung, sondern bestimmt nur ihre Stärke, die Wirksamkeit [14]. Die *Richtung* der Wirkung hängt vielmehr von der Art der funktionellen Gruppen an der Molekel ab [17]. Wird bei den (nicht kondensierten) cancerogenen Aminen die *basische* Aminogruppe durch die *saure* phenolische Hydroxylgruppe ersetzt, so tritt eine andere Richtung der Wirkung auf. 4,4′-Dioxy-azobenzol [17], [18] (IV), 4,4′-Dioxy-diphenyl [19] oder 4,4′-Dioxy-stilben [20] sind *oestrogen* [21]. Die entsprechenden, cancerogenen Amine haben dagegen eine anscheinend recht spezifische oestrushemmende Wirkung [22]. Aus diesen Befunden folgt, daß der saure bzw. basische Charakter der Substanzen die Richtung der pharmakologischen Wirkung bestimmt (vgl. Fig. 2). Die basische Aminogruppe bedingt die cancerogene Wirkung.

Wird in eine cancerogene Molekel dagegen eine *saure* Gruppe eingeführt, so erlischt die cancerogene Wirksamkeit um so sicherer, je saurer die Eigenschaften der Gruppe sind. Das gilt schon für das phenolische Hydroxyl [23], mehr noch für die stark saure Sulfonsäuregruppe [24], und zwar nicht nur bei den cancerogenen Aminen, sondern in derselben Weise auch bei

den aromatischen Kohlenwasserstoffen. Dieser geradezu gesetzmäßig geltende Sachverhalt führte uns zu dem Schluß, daß die höheren aromatischen Kohlenwasserstoffe *basische* Eigenschaften haben müßten und daß diese für ihre cancerogene Wirksamkeit wesentlich seien. Das trifft tatsächlich zu[1]). Auf Grund der hohen π-Elektronendichte und der dadurch bedingten Protonenaffinität müssen höhere aromatische Kohlenwasserstoffe basische Eigenschaften haben und sich wie Kationen verhalten können [*25*]. Das kommt z.B. dadurch zum Ausdruck, daß sie mit konzentrierter Schwefelsäure Halochromie[2]) zeigen. Diese Fragen werden weiter untersucht.

Die Beziehungen zwischen Konstitution und Wirkung stimmen, wie gezeigt wurde, in so vielen Punkten bei den höheren aromatischen Kohlenwasserstoffen, heterozyklischen Aromaten und aromatischen Aminen überein, daß es schon heute möglich ist, die cancerogene Wirkung von Verbindungen dieser drei Klassen von Substanzen unter einem gemeinsamen Gesichtspunkt zu betrachten, nämlich dem, daß die Wirkung von den „basischen" Eigenschaften abhängt [*26*]. Dies um so mehr, als die angenommenen [*1*] einfachen Beziehungen zwischen der Ladungsdichte in den *K*-Regionen und der cancerogenen Wirksamkeit in der Reihe der aromatischen Kohlenwasserstoffe nach neueren Untersuchungen [*27*] nicht in allen Fällen bestehen. Mögen solche Abweichungen in Einzelfällen auch durch Interferenz mit Stoffwechselprozessen oder durch sterische Hinderung erklärt werden können, sie machen doch wahrscheinlich, daß die Ladungsdichte in den *K*-Regionen nicht allein und direkt die Wirksamkeit bestimmt, sondern daß vielmehr noch andere Eigenschaften der Molekeln wesentlich sind, wie etwa der basische Charakter und die Länge oder Form der Molekeln. Außerdem muß die Wirksamkeit notwendig auch von der Löslichkeit abhängen [*28*].

3.

Nach Befunden von KIRBY und PEACOCK [*29*] ist auch der Farbstoff[3]) „Sudan I" (Phenyl-azo-β-naphthol) (Fig. 3, Formel V) cancerogen, also eine Substanz, die keine Aminogruppe enthält, sondern sogar als Phenol erscheint. Da das mit den entwickelten theoretischen Vorstellungen in scharfem Widerspruch steht, wurde die Konstitution des Farbstoffs genauer untersucht.

Es ist bekannt, daß beim Sudan I eine freie phenolische Hydroxylgruppe chemisch nicht in Erscheinung tritt. Es ist z.B. in Natronlauge nicht löslich. Deshalb wurde die Substanz bereits als Chinonimin (VI) formuliert [*30*]. Mit Metallen ist eine Chelatbildung beobachtet worden [*31*].

Pharmakologisch unterscheidet sich Sudan I von allen bisher bekannten cancerogenen Azofarbstoffen dadurch, daß es nur bei parenteraler Gabe Krebs erzeugt, und zwar Leberkrebs [*29*], nicht aber bei Verfütterung [*32*]. Die Substanz wird vom Magen-Darmkanal her schlecht resorbiert und verhält sich damit ähnlich wie die cancerogenen Kohlenwasserstoffe. Weitgehend entspricht die Wirkung der von Derivaten des 1,2-Benzakridins.

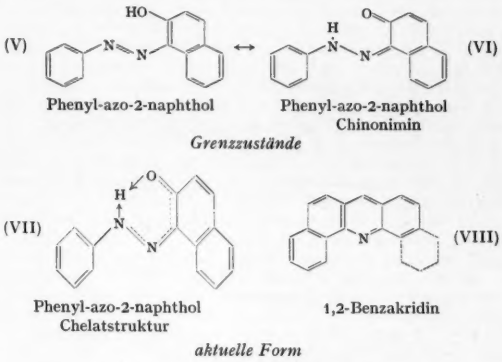


Fig. 3. Die Chelatstruktur des cancerogenen Phenyl-azo-2-naphthols.

Nach diesem pharmakologischen Verhalten war wahrscheinlich, daß der Farbstoff Sudan I nicht als

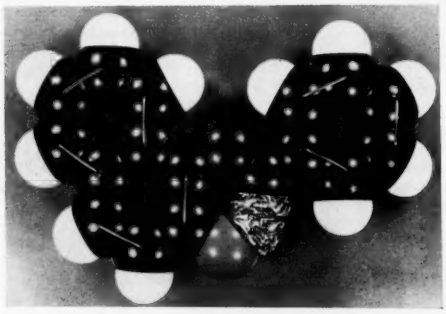


Fig. 4. Modell des Phenyl-azo-β-Naphthols („Sudan I").

Azokörper vorliegt, sondern eine (innere) Chelatstruktur aufweist (Fig. 4). Das wurde durch die Aufnahme der spektralen Absorption im Infrarot mit der PERKIN-ELMER-Apparatur[4]) (Doppelstrahlmodell 21) voll bestätigt. Die Absorptionskurve in Fig. 5 oben zeigt, daß die für eine dissoziable phenolische Hydroxylgruppe charakteristische scharfe Bande bei 2,79 μ vollkommen fehlt, ebenso eine der NH-Bindung zukommende Absorption, die bei 2,9 μ liegen müßte, wenn die Chinoniminstruktur zuträfe. Statt dessen weist die Absorptionskurve im Anschluß an die stark ausgeprägte CH-Bande einen flachen, uncharakteristischen Gipfel auf, der bis 4,5 μ reicht. Das fragliche Wasserstoffatom besitzt danach keine feste Zuordnung zum Sauerstoff *oder* zum Stickstoff, sondern ist in Assoziation zwischen beiden statistisch verteilt.

Im Gegensatz zum „Sudan I" zeigt das 4-Oxyazobenzol (mittlere Kurve) die scharfe OH-Bande bei 2,79 μ, die auch beim 2,4-Dioxy-azobenzol („Ceresorange") in derselben Lage und Form vorkommt

[1]) Den Herren Prof. B. EISTERT, Ludwigshafen, G. KORTÜM, Tübingen, und R. MECKE, Freiburg, danken wir für ihren freundlichen Rat.

[2]) Unter Halochromie-Erscheinung versteht man das Auftreten einer Farbe oder die Vertiefung einer bereits vorhandenen Farbe bei der Entstehung salzartiger Verbindungen z.B. mit Säuren.

[3]) Diesen Farbstoff und die meisten zur Untersuchung benötigten Substanzen verdanken wir der Liebenswürdigkeit der Herren Dr. A. WINGLER, Dr. SUCKFÜLL und Dr. KAUFMANN aus der Azo-Abteilung der Farbwerke „Bayer" Leverkusen.

[4]) Herrn Professor R. MECKE, Freiburg, danken wir sehr für die Ermöglichung der Messungen und für die Förderung dieser Arbeit durch wertvolle Ratschläge.

(Fig. 5, unten) und deshalb auch hier der dissoziablen OH-Gruppe in Position 4 zugeordnet werden muß. Dagegen ist die OH-Gruppe in Stellung 2 nicht durch

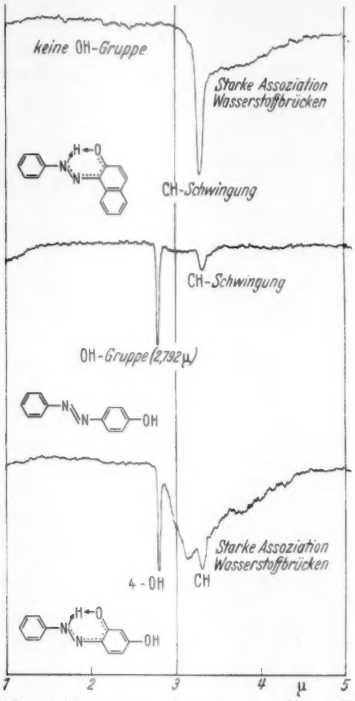


Fig. 5. Infrarot-Absorptionsspektrogramme. Oben: Phenyl-azo-2-naphthol „Sudan I" 1,236 % in CCl_4, Schichtdicke: 0,94 mm; Mitte: 4-Oxy-azobenzol 0,9 % in CCl_4; unten: 2,4-dioxy-azobenzol („Ceresorange") 1,0 % in CCl_4; Schichtdicke stets 0,94 mm, NaCl-Prisma.

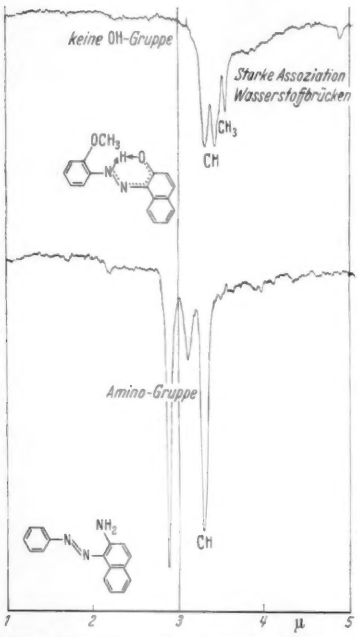
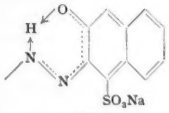


Fig. 6. Infrarot-Absorptionsspektrogramme. Oben: Anisidin-azo-2-naphthol („Ceresrot") 0,882 % in CCl_4; unten: Phenyl-azo-2-naphthylamin („Yellow AB") 2,4 % in CCl_4; Schichtdicke stets 0,94 mm, NaCl-Prisma.

eine scharfe, danebenliegende Bande charakterisiert, sondern durch eine breit ausgezogene und auffallend starke Absorption, die ebenfalls bis 4,5 μ reicht und die starke Chelatassoziation dieses Wasserstoffatoms anzeigt. Ihr ist die schwache, der CH-Schwingung zugehörige Absorption bei 3,3 μ aufgesetzt.

Auch bei einem dritten 2-Oxy-Azokörper, dem Anisidin-azo-2-naphthol („Ceresrot"), finden wir das Fehlen der charakteristischen Absorption einer freien, dissoziablen OH-Gruppe, dafür aber wieder eine verwaschene Absorption, die von dem hier zweigipfligen CH-Maximum bis 4,5 μ reicht und anzeigt, daß auch bei diesem Farbstoff eine Chelatstruktur vorliegt (Fig. 6). Das dem Phenyl-azo-2-naphthol („Sudan I") homologe Amin, das Phenyl-azo-2-naphthylamin („Yellow AB"), zeigt demgegenüber die scharfe und starke Bande der freien Aminogruppe bei 2,9 μ und liegt daher sicher nicht als Chelat vor.

Aus diesen Befunden folgt, daß der Stickstoff der Azobrücke im konjugierten System als π-Elektronendonator funktionieren und das Proton einer 2-Oxy-Gruppe am zweiten Benzolring sehr fest in Scherenbindung assoziieren kann. Voraussetzung dafür wäre die Transkonfiguration der betreffenden Azobenzolderivate, deren Vorliegen bei den hier untersuchten Oxy-azobenzol-Derivaten durch die gefundene Chelatstruktur gesichert erscheint. Die Chelatstruktur ist nach diesen Ergebnissen für alle Homologe des trans-2-Oxy-azobenzols anzunehmen, also auch für die in substantiven Farbstoffen häufig vorkommenden H-, γ-, und J-Säuren. Die letztere wäre demnach durch Formel (IX) wiederzugeben.



(IX)
„J-Säure"

Damit soll nur angedeutet sein, daß diese Befunde auch für die Farbstoffchemie Bedeutung haben [1]). Die physikalisch-chemische Seite der Befunde wird von R. MECKE an anderer Stelle behandelt werden.

4.

Da der besonders stabile Chelat-6-Ring physikalisch dem Benzolring ähnlich ist, entspräche das Sudan I damit etwa einer 2-Phenyl-phenanthren-Struktur. Das 2,3-Benzphenanthren, das identisch mit 1,2-Benzanthrazen ist, ist cancerogen wirksam. Pharmakologisch ordnet sich Sudan I jedenfalls insofern den cancerogenen Kohlenwasserstoffen eher zu, als es ebenso wie diese nur bei parenteraler Gabe Krebs erzeugt, nicht aber bei Verfütterung. Es unterscheidet sich aber von diesen dadurch, daß es nicht lokal am Injektionsort Krebs erzeugt, sondern entfernt von diesen in inneren Organen. Recht genau stimmt das Sudan I wirkungsmäßig mit dem 1,2-Benzakridin [*34*] überein, dem es auch chemisch bzw. physikalisch ähnlich ist (Fig. 3, Formel VIII). Beide Substanzen sind bei Verfütterung

[1]) Nach Abschluß des Manuskripts wurden uns die Arbeiten von H. HOYER [Kolloid-Z. **121**, 121 (1951) und **122**, 164 (1951)] bekannt, der auf Grund chromatographischer und elektrographischer Untersuchungen ebenfalls zu dem Ergebnis kam, daß Derivate des 2-Oxyazobenzols als Chelate vorliegen.

nicht cancerogen und erzeugen bei parenteraler Gabe in gleicher Weise Krebs in inneren Organen.

Es erscheint interessant, daß hier die unbekannte Struktur einer Substanz aus ihrem pharmakologischen Wirkungsbild vorausgesagt werden konnte. Damit gewinnen die zugrunde gelegten Vorstellungen über die Beziehungen zwischen Konstitution und Wirkung cancerogener Aromaten eine Stütze. Die gefundenen Verhältnisse beim Sudan I zeigen ferner ebenso wie die bei den cancerogenen Kohlenwasserstoffen, daß die pharmakologische Wirkung dieser Substanzen nur vom Standpunkt einer molekular-physikalischen Chemie verstanden werden kann, nicht aber mit den Vorstellungen der klassischen Valenzchemie.

Aus diesen Ergebnissen folgt für die experimentelle Untersuchung cancerogener Substanzen, daß auch in der Reihe der Azofarbstoffe Verbindungen vorkommen, die bei parenteraler Gabe Krebs erzeugen können, obwohl sie es bei Verfütterung nicht tun. Der negative Ausfall eines Fütterungsversuchs läßt daher — leider — nicht mehr den Schluß zu, daß die betrachtete Substanz nicht cancerogen ist.

Zusammenfassung.

Die Beziehungen zwischen Konstitution und Wirkung weisen bei den cancerogenen aromatischen Kohlenwasserstoffen und Aminen viele Übereinstimmungen auf. Für die cancerogene Wirksamkeit scheinen die schwach „*basischen*" Eigenschaften wesentlich zu sein, die auch den höheren aromatischen Kohlenwasserstoffen auf Grund der hohen π-Elektronendichte an den K-Regionen zukommen.

Die Substitution funktioneller Gruppen mit *saurem* Charakter hebt die cancerogene Wirksamkeit in beiden Stoffklassen auf. Das gilt schon für die phenolische Hydroxylgruppe.

Das cancerogen wirksame Phenyl-azo-2-naphthol („Sudan I") stellt nur scheinbar eine Ausnahme dar. Am Infrarotspektrogramm wird nachgewiesen, daß diese Substanz nicht die Struktur eines freien Phenols und auch nicht die eines Chinonoxims hat, sondern Chelatstruktur. Daraus erklären sich die Besonderheiten ihrer pharmakologischen Wirkung, die zur Voraussage der Chelatstruktur geführt haben.

Schließlich wird an den Infrarotspektrogrammen anderer Azofarbstoffe gezeigt, daß solche Derivate des Oxy-azobenzols, die die Oxy-Gruppe in 2-Stellung tragen, als Chelate vorliegen. Die Azobrücke kann daher als π-Elektronendonator fungieren und das Proton der Hydroxylgruppe in Position 2 assoziieren. Daraus folgt zugleich, daß diese Oxy-azobenzolderivate in Transstellung vorliegen müssen. Die Aminogruppe in Position 2 am Ring bildet dagegen kein Chelat.

Literatur.

[1] Schmidt, O.: Z. physik. Chem. **42**, 83 (1939). — Ber. dtsch. chem. Ges. **73**, 97 (1940). — Naturwiss. **29**, 146 (1941). — Eckardt, H. J.: Ber. dtsch. chem. Ges. **73**, 13 (1940). — Svartholm, U.: Ark. Kem., Mineral. Geol., Ser. A **15**, 13 (1942). — Pulman, A., et B. Pulman: Exper. **2**, 364 (1947). — Badger, G.: Brit. J. Cancer **2**, 309 (1948). — J. Chem. Soc. [London] **1949**, 456; **1950**, 1809. — Quart. Rev. **5**, 147 (1951). — Iversen, S.: A possible correlation between absorption spectra and carcinogenity. Kopenhagen: Muncksgaard 1949. — Daudel, P., and R. Daudel: J. Chem. Physics **16**, 639 (1948). — Biol. med. **39**, 4 (1950). — Buu-Hoi, N. P.: Acta internat. Canc. **7**, 68 (1950). — Burkitt, F. H., C. A. Coulson and H. C. Longuet-Higgins: Trans. Faraday Soc. **47**, 553 (1951). — Dost, H.: Ärztl. Forsch. **4**, 116 (1950). — [2] Druckrey, H.: Z. Krebsforsch. **57**, 70 (1950). — Boyland, E.: Acta internat. Canc. **7**, 59 (1950). — [3] Kennaway, E. L., and N. M. Kennaway: Cancer Res. **2**, 157 (1942). — Haddow, A., and G. A. R. Kon: Brit. Med. Bull. **4**, 314 (1947). — [4] Cook, J. W.: Ber. dtsch. chem. Ges. **69**, 39 (1936). — Cook, J. W., and E. L. Kennaway: Amer. J. Cancer **39**, 381 (1940). — [5] Druckrey, H.: Z. Krebsforsch. **57**, 70 (1950). — [6] Rehn, E.: Verh. dtsch. Ges. Chir. **24**, 240 (1895). — [7] Hueper, W. C.: J. Industrial Hyg. **16**, 255 (1934). Bonser, G. M.: J. Path. Bact. **55**, 1 (1943). — Hackmann, C.: Z. Krebsforsch. **58**, 56 (1951). — [8] Kinosita, R.: Trans. Jap. Path. Soc. **27**, 665 (1937). — Brock, N., H. Druckrey u. H. Hamperl: Z. Krebsforsch. **50**, 431 (1940). — [9] Miller, E. C., J. A. Miller, R. B. Sandin and R. K. Brown: Cancer Res. **9**, 504 (1949). — [10] Haddow, A., G. A. R. Kon and R. J. C. Harris: Biochemic. J. **39**, 11 (1945). — [11] Shear, M. J.: J. of Biol. Chem. **123**, 108 (1938). — [12] Wilson, R. H., F. de Eds and A. J. Cox: Cancer Res. **1**, 595 (1941). — Bielschowsky, F.: Brit. Med. Bull. **4**, 382 (1947). — [13] Fieser, F. L.: Amer. J. Cancer **34**, 37 (1938). — [14] Druckrey, H.: Z. Krebsforsch. **57**, 70 (1950). — Arzneimittel-Forsch. **1**, 383 (1951). — [15] Kinosita, R.: Yale J. Biol. Med. **12**, 387 (1940). — Cook, J. W.: Brit. J. Nutrit. **1948**, 245. — Haddow, A., R. J. C. Harris, G. A. R. Kon and E. M. F. Roy: Phil. Trans. Roy. Soc., Ser. A **241**, 147 (1948). — [16] Giacomello, G., e E. Bianchi: Gazz. chim. ital. **71**, 667 (1941). — Schueler, F. W.: Science (Lancaster, Pa.) **103**, 221 (1946). — [16a] Vickerstaff, T.: The physical chemistry of dyeing. London: Oliver Boyd 1950. — Eistert, B.: Chemismus und Konstitution. Stuttgart: Ferdinand Enke 1948. — Hartwell, L.: Compounds which have been tested for carcinogenic activity. Ed. Federal security agency, USA National cancer Inst. 1951. — [17] Druckrey, H.: Z. Krebsforsch. **57**, 70 (1950). — Arch. exper. Path. u. Pharmakol. **212**, 131 (1950). — Acta internat. Canc. **7**, 116 (1950). — [18] Druckrey, H., P. Danneberg u. D. Schmähl: Z. Naturforsch. **5b**, 27 (1950). — [19] Dodds, E. C., and M. Lawson: Nature [London] **139**, 627 (1937). — [20] Dodds, E. C., M. W. Goldberg, M. Lawson and R. Robinson: Nature [London] **141**, 247 (1938). — [21] Danneberg, P.: Übersicht. Arzneimittel-Forsch. **1**, 339 (1951). — [22] Danneberg, P., u. D. Schmähl: Im Druck. — [23] Shear, M. J.: Amer. J. Cancer **36**, 211 (1939). — Boyland, E., and F. Weigert: Brit. Med. Bull. **4**, 354 (1947). — [24] Windaus, A., u. Rennhak: Hoppe-Seylers Z. **249**, 256 (1937). — Druckrey, H., u. H. Hamperl: Klin. Wschr. **1950**, 289. — [25] Clar, E.: Aromatische Kohlenwasserstoffe. Berlin: Springer 1941. — Eistert, B.: Chemismus und Konstitution. Stuttgart: Ferdinand Enke 1948. — [26] Druckrey, H.: Arzneimittel-Forsch. **1**, 383 (1951). — [27] Moffit, W. E.: Trans. Faraday Soc. **45**, 373 (1949). — Greenwood, H. H.: Brit. J. Cancer **5**, 441 (1951). — [28] Brock, N., H. Druckrey u. H. Hamperl: Arch. exper. Path. Pharmakol. **189**, 709 (1938). — Druckrey, H.: Klin. Wschr. **1942**, 559. — [29] Kirby, A. H. M., and P. R. Peacock: Glasgow Med. J. **30**, 364 (1949). — [30] Schultz, G.: Farbstofftabellen, 7. Aufl., Bd. 1, Nr. 33. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1931. — [31] Sidgwick, N. W., T. W. I. Taylor and W. Baker: The organic Chemistry of Nitrogen. Oxford: Clarendon Press 1937. — [32] Hackmann, C.: Z. Krebsforsch. **57**, 530 (1951). — [33] Lüttge, W., u. R. Mecke: Z. physik. Chem. **196**, 56 (1950). — [34] Lacassagne, A., G. Rudali, N. P. Buu-Hoi et J. Lecocq: C. R. Soc. Biol. Paris **139**, 955 (1945).

Chirurgische Universitätsklinik, Laboratorium Freiburg i. Br.

Eingegangen am 29. März 1952.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich.

Magnetische Messungen an phototropen Stoffen.

Als „phototrop" bezeichnet man Stoffe, die im Licht ihre Farbe ändern, im Dunkeln aber wieder die ursprüngliche Farbe annehmen. Es ist anzunehmen, daß es sich dabei um die Ausbildung eines metastabilen Anregungszustands mit neuem Absorptionsspektrum handelt. In manchen Fällen dürfte es sich um einen Singulett-Triplett-Übergang handeln[1]). Wenn dem so ist, muß eine Änderung des Magnetismus parallel gehen. Es wurde daher eine fein gepulverte Probe von Tetrachlor-α-Keto-Naphthalin 40 min lang dem Sonnenlicht ausgesetzt, bis die ursprünglich gelblichweiße Farbe in rotviolett übergegangen war, und gleich nach der Belichtung in eine empfindliche magnetische Waage gebracht. Die Untersuchung des Magnetismus erfolgte bei 290 und 90° K. Das Ergebnis ist:

1. Die molare magnetische Suszeptibilität beträgt 20 min nach der Belichtung $-51 \cdot 10^{-6}$ gegenüber einem nach langer Dunkelzeit angenommenen Grenzwert von $-135 \cdot 10^{-6}$. Die

Veränderung des Diamagnetismus durch Licht zeigt also einen paramagnetischen Anteil der angeregten Molekeln an.

2. Die Wiederherstellung des Dunkelwerts erfolgt bei 290° K innerhalb der Fehlergrenzen nach einer e-Funktion mit einer Halbwertszeit von 90 min. Bei 90° K ist keine merkliche Abklingung zu beobachten.

3. Die Differenz $|\chi_{\text{unbel.}}| - |\chi_{\text{bel.}}|$ ist bei 90° K gerade doppelt so groß wie bei 290° K. Der angeregte Zustand ist also echt paramagnetisch, allerdings mit großer WEISS-Konstante $\Theta = -110°$ K.

4. Nimmt man versuchsweise für den angeregten Zustand einen $^3\Sigma_1$-Term an, so sind 20 min nach Belichtung noch rund 3,5% der Molekeln angeregt.

Physikalisches und Physikalisch-Chemisches Institut der Technischen Hochschule München.

F. DÖRR und F. ENGELMANN.

Eingegangen am 13. August 1952.

[1]) Nachgewiesen für den angeregten Phosphoreszenzzustand von Fluoreszein in Borsäure von G. N. LEWIS, M. CALVIN und M. KASHA [J. Chem. Physics 17, 804 (1949)].

Über die Reinigung elektrolytisch polierter Metallflächen mittels Kathodenzerstäubung.

Die Untersuchung elektrolytisch polierter Metalloberflächen mittels Elektroneninterferenzen hat ergeben[1]), daß a) die durch die Zubereitung der Oberfläche (mechanisches Vorpolieren) entstandenen zerstörten obersten Schichten abgetragen werden, so daß bei Verwendung von Einkristallen der ungestörte Einkristall freigelegt wird, b) die Glätte der Oberfläche, von geringen Wellungen abgesehen, nahezu die einer Netzebene ist („geschwänzte" Reflexe), c) die dem Polierbad entnommene und geeignet gespülte Oberfläche im allgemeinen keine reine Fläche ist, sondern mit einer oft nur sehr dünnen Schicht der anodischen Reaktionsprodukte des Elektrolyten überzogen ist.

Es ist daher von besonderem Interesse, ein Mittel zu finden, um die elektrolytisch polierte Fläche nachträglich ohne Verwendung von chemischen Methoden zu reinigen. Als ein solches Verfahren haben wir die Kathodenzerstäubung (mit Wasserstoff als Füllgas der Entladung) angewendet, die im Falle Kupfer und Zink gute Ergebnisse ergeben hat.

1. Kupfer. Eine elektrolytisch polierte Kupfer-Einkristallfläche [Bad: Orthophosphorsäure (Dichte = 1,42), Spülung mit destilliertem Wasser und absolutem Äthylalkohol] liefert Interferenzen von Kupfer. Vom Standpunkt der Elektroneninterferenzen ist also diese Fläche „sauber". Die Beobachtung ergibt aber[2]), daß eine solche elektrolytisch polierte Fläche bis zu 48 Std der Luft exponiert werden kann, ohne daß Oxyd (Cu_2O) im Interferenzbild sichtbar wird. Andererseits haben WHITE und GERMER[3]) beobachtet, daß auf einer im Vakuum aufgedampften Kupferschicht ein kristalliner Oxydulfilm aufwächst, der schon nach 20 min eine Dicke von etwa 10 bis 15 Å hat. Ein Cu_2O-Film dieser Dicke sollte aber im Elektroneninterferenzbild elektrolytisch polierter Kupferflächen zu erkennen sein, wie eine Betrachtung über die Empfindlichkeit des Nachweises von Oberflächenfilmen auf glatten Flächen mittels Elektroneninterferenzen ergibt[4]). Dieses passive Verhalten von elektrolytisch polierten Kupferoberflächen gegenüber dem Sauerstoff ist damals einem für Elektroneninterferenzen unsichtbaren Oberflächenfilm zugeschrieben worden. JACQUET und JEAN[5]) haben mittels chemischer Methoden nachweisen können, daß auf der elektrolytisch polierten Oberfläche (Polierbad und Spülung wie oben) Phosphor in Spuren (in welcher Verbindung, ist offengeblieben) zurückbleibt. Offenbar bildet eine Kupfer-Phosphorverbindung den (wahrscheinlich nicht kristallinen) passivierenden Film.

Wir haben nun elektrolytisch polierte Kupferoberflächen mittels Kathodenzerstäubung gereinigt. Es treten dann regelmäßig im Elektroneninterferenzbild neben den geschwänzten Kupferinterferenzen zusätzlich etwas diffuse geschwänzte Reflexe des einkristallinen Cu_2O auf. (Das Profil der sanft gewellten Oberfläche bleibt bei Abtragungen bis etwa 10^3 Å erhalten, wie an dem Fortbestehen der geschwänzten Reflexe zu erkennen ist.) Eine Abschätzung ergibt, daß dieser Cu_2O-Film etwa 20 Å Dicke hat ($L = 250$ Å angenommen). Wir nehmen an, daß der passivierende Film abgestäubt worden ist und anschließend der Oxydfilm entstanden ist, als die Oberfläche zwischen Ende der Kathodenzerstäubung und Interferenzaufnahme einige Minuten der Luft hat ausgesetzt werden müssen. Nach vorliegenden Messungen[3]) ist eine Dicke der Oxydulschicht von etwa der genannten Größe zu erwarten.

2. Zink. Eine elektrolytisch polierte Zinkoberfläche liefert, obgleich die Oberfläche hochglänzend ist, im allgemeinen kein definiertes Interferenzbild, gleichgültig, welcher Polierelektrolyt und welche Spülung verwendet wird[2]). Auch hier ist als Reaktionsprodukt mit dem Polierelektrolyten ein passivierender Film vorhanden, sogar ein relativ dicker, wie das Fehlen der Zn-Interferenzen erkennen läßt; er enthält bei Verwendung von Phosphorsäure als Polierelektrolyt ebenfalls Spuren von Phosphor[5]). Wendet man nun die Kathodenzerstäubung auf elektrolytisch polierte Zinkeinkristallflächen an, so erhält man regelmäßig nach der Reinigung durch Abstäuben ein Einkristall-Interferenzbild mit schwachen Zink- und stärkeren ZnO-Interferenzen. Die sehr aktive Zinkoberfläche überzieht sich auch hier nach Abstäuben des passivierenden Filmes, auch wenn sie nur kurzzeitig der Luft ausgesetzt wird, sofort [wie auch die Spaltfläche[4])] mit einer ZnO-Schicht, deren Dicke zu 10 bis 15 Å abgeschätzt werden kann ($L = 250$ Å angenommen).

Würde man die elektrolytisch polierte Oberfläche nach der Zerstäubung nicht der Luft aussetzen, so ließe sich die Bildung des Oxydfilmes weitgehend verhindern. Die Kathodenzerstäubung stellt also ein Verfahren dar, die elektrolytisch polierte Oberfläche ohne Störung ihres Gefüges und ihrer Glätte zu reinigen.

Institut für Angewandte Physik der Universität Hamburg.

H. WESEMEYER und H. RAETHER.

Eingegangen am 14. August 1952.

[1]) KRANERT, W., K. H. LEISE u. H. RAETHER: Z. Physik **122**, 248 (1944).
[2]) RAETHER, H.: Métaux et Corros. **24**, 145 (1949); **25**, 1 (1950).
[3]) WHITE, A. H., u. L. H. GERMER: Trans. Electrochem. Soc. **81**, 305 (1942). — EVANS, U. R.: Metallic Corrosion. London 1951.
[4]) RAETHER, H.: Z. Naturforsch. **4a**, 582 (1949). — Ergebn. exakt. Naturwiss. **24**, 54 (1951).
[5]) JACQUET, P. A., u. M. JEAN: Rev. Métallurg. **48**, 537 (1951).

Dickenmessung mikroskopischer Objekte mit Dreistrahl-Interferenzen.

Die Bestimmung von optischen Dicken mit Zweistrahl-Interferenzen geschieht stets durch die Messung einer Streifenverschiebung. Die charakteristischen Streifensysteme haben in verschiedenen Abständen vom Interferenzapparat dieselbe Intensitätsverteilung, sie werden entweder örtlich nebeneinander (MICHELSON-Interferometer) oder zeitlich nacheinander (YOUNGscher Doppelspalt) beobachtet. Es sind im günstigen Fall Verschiebungen bis hinab zu $^1/_{100}$ Streifenbreite zu messen.

Benutzt man an Stelle des Doppelspalts einen Dreifachspalt, so zeigt das Interferenzbild in verschiedenen Beobachtungsebenen ein verschiedenes Aussehen. Diese Erscheinungen und ihre Ursache wurden schon mehrfach geschildert[1]),[2]),[3]). Stellt man stets auf die gleiche Intensitätsverteilung im Interferenzbild ein, so gibt der Abstand der Einstellebene vom Dreifachspalt ein Maß für die Phasenverhältnisse in den drei Spalten. Dieses Prinzip wurde von VÄISÄLÄ[1]) angewendet, um die Wellenfläche hinter einem Objektiv auszumessen und damit Linsenfehler zu bestimmen. ZERNIKE[2]) benutzte die Dreispalt-Interferenzen in einem FRAUNHOFER-Strahlengang zur Messung von dünnen Schichten größerer Ausdehnung. Die Schicht wurde vor den Mittelspalt gesetzt, ihre optische Dicke konnte aus der Verschiebung des Fernrohrokulars bis auf $^1/_{200}$ Wellenlänge angegeben werden. Durch Verwendung von insgesamt fünf Spalten, von denen jeweils drei zu einer Teilmessung dienten, konnte ZERNIKE die Meßgenauigkeit weiter steigern. FLEISCHMANN und SCHOPPER[3]) führten polarisationsoptische Mittel ein und konnten so auch absorbierende Schichten untersuchen.

In den genannten Anordnungen wurde die zu messende Schicht stets am Spalt angebracht, sie durfte also eine bestimmte Ausdehnung nicht unterschreiten und mußte in dieser Größe homogen sein. Die Übertragung der Dreispalt-Interferenzen auf das Mikroskop ermöglicht Dickenmessungen auch bei Objekten von sehr kleiner Ausdehnung, etwa bei biologischen Präparaten. Gleichförmigkeit von Objekt und Träger ist hier nur für sehr kleine Bereiche zu fordern.

Da der Dreifachspalt nicht beliebig klein gemacht werden kann, bildet man ihn verkleinert auf das Objekt ab. Das geschieht etwa im Strahlengang der KÖHLERschen Beleuchtung: Die monochromatische Lichtquelle beleuchtet einen verstellbaren Spalt S, bei geringeren Ansprüchen genügt auch gefiltertes Glühlicht. Die Kollektivlinse K bildet S in das Mikroobjektiv O_1 ab, das an Stelle des Kondensors in das Durchlicht-Mikroskop eingesetzt ist; der Beleuchtungsspiegel

des Mikroskops muß an der Oberfläche belegt sein, um Doppelbilder zu vermeiden. In der Nähe von K steht der Dreifachspalt (Spaltabstand etwa 1 mm, Spaltbreite 0,2 mm), er wird von O_1 in das Objekt abgebildet. Der Mikroskoptubus ist wie üblich mit Objektiv O_2 und Okular versehen, seine Höhenstellung kann mit einer Skala (in $^1/_{10}$ mm geteilt) und einem Ablesemikroskop gemessen werden.

Zu Beginn der Messung stellt man das Mikroskop auf das Objekt scharf; gleichzeitig erscheint das verkleinerte Bild des Dreifachspalts. Zur Orientierung kann man das Objekt zusätzlich mit weißem Licht beleuchten. Zunächst bringt man das Dreispaltbild in einen homogenen Objektbereich nahe am zu messenden Detail. Beim Heben des Mikroskoptubus erscheinen die charakteristischen Interferenzen in der Höhe z_1 über dem Objekt. Nun wird wieder auf das Objekt eingestellt und das zu messende Detail auf das Bild des Mittelspalts (Fall A) oder auf einen Seitenspalt (Fall B) geschoben; die beiden anderen Spalte liegen weiter im homogenen Umfeld. Das charakteristische Interferenzbild findet sich nun im Abstand z_2 über dem Objekt. Die Genauigkeit der Dickenmessung hängt sehr empfindlich ab von einer genauen Kenntnis des Abstands d der Spaltbilder im Objekt. Diese Größe läßt sich festlegen durch Vermessung des Dreifachspalts im Komparator und eine Bestimmung der Verkleinerung bei seiner Abbildung ins Objekt. Positionsmessungen von ausgezeichneten Interferenzfiguren geben eine andere Möglichkeit, d zu bestimmen.

Besitzt das Objektdetail die Dicke D und die Brechzahl n und hat seine Umgebung die Brechzahl n_1, so gilt für die optische Dicke:

$$D(n - n_1) = \frac{d^2}{2}\left(\frac{1}{z_2} - \frac{1}{z_1}\right) \quad \text{Fall A}$$

$$D(n - n_1) = d^2\left(\frac{1}{z_2} - \frac{1}{z_1}\right) \quad \text{Fall B.}$$

Fall B bringt nur die halbe Empfindlichkeit von Fall A, er muß aber angewendet werden, wenn das zu messende Objektdetail nicht als Streifen vorliegt, sondern größere Ausdehnung besitzt (z.B. Mikrotomschnitte). Dicke und Brechzahl können getrennt angegeben werden, wenn man die optischen Dicken in zwei verschiedenen Einbettungsmitteln von bekannter Brechzahl mißt. Es ist möglich, die Höhe des Dreifachspalts soweit zu verringern, daß das zu messende Objekt auch die Gestalt eines Scheibchens haben darf (z.B. Bakterien). Absorbierende Objekte werden etwa durch die kristalloptischen Mittel von FLEISCHMANN und SCHOPPER meßbar.

Im Auflicht-Mikroskop liefern die Dreistrahl-Interferenzen eine sehr genaue Methode zur Messung von Stufenhöhen: Der Dreifachspalt wird über den Opakilluminator vom Objektiv auf das Objekt abgebildet. Die Interferenzen erscheinen etwa in der Umgebung der hinteren Brennebene des Objektivs. Das Objektiv bildet Objekt und Dreifachspalt in die gewohnte Zwischenbildebene ab. Durch ein in der Höhe meßbar verschiebliches Hilfsmikroskop wird der Abstand der charakteristischen Interferenzen von der Ebene des Zwischenbildes bestimmt. Das Auswerten der Messungen erfolgt wie bei der Durchlichtbeobachtung.

Schon die ersten Anwendungen der geschilderten Methoden erlauben, für den Fall B optische Dicken im Mikroskop bis auf 100 Å zu messen. Vergütete Objektive lassen für die Interferenzstreifen noch besseren Kontrast und damit höhere Einstellgenauigkeit erwarten.

Eine ausführliche Darstellung der Verfahren und ihrer Anwendungen soll an anderer Stelle gegeben werden.

Herrn cand. phys. K. SCHMIDT danke ich für verständnisvolle Mitarbeit.

Tübingen, Physikalisches Institut der Universität (Direktor: Prof. Dr. W. KOSSEL).

ERICH MENZEL.

Eingegangen am 13. August 1952.

[1]) VÄISÄLÄ, Y.: Ann. Univ. Fennicae Aboensis A **1** (1922/23). — PICHT, J., u. H. JENSEN: Z. Instrumentenkunde **61**, 361 (1941).
[2]) ZERNIKE, F.: J. Opt. Soc. America **40**, 326 (1950).
[3]) FLEISCHMANN, R., u. H. SCHOPPER: Z. Physik **130**, 304 (1951).

Nachweis metallkundlicher Umwandlungsvorgänge mit dem Spitzenzähler.

Von J. KRAMER[1]) wurde gezeigt, daß die Untersuchung der Elektronenemission metallischer und nichtmetallischer Oberflächen mit dem Spitzenzähler zu wertvollen Aufschlüssen führt. J. KRAMER[2]) sieht die Ursache der Änderung der Elektronenaustrittsarbeit bei Metallen in dem Auftreten einer nichtmetallischen Phase (z.B. bei der mechanischen Bearbeitung der Oberflächen), während O. HAXEL, F. G. HOUTERMANS und K. SEEGER[3]) überzeugend nachweisen, daß chemische Adsorptionsprozesse an der Metalloberfläche für die Erniedrigung der Elektronenaustrittsarbeit maßgebend sind. Bestätigt wird diese Ansicht weiterhin durch Versuche von H. PAPROD, W. RATHJE und J. N. STRANSKI[4]) über die

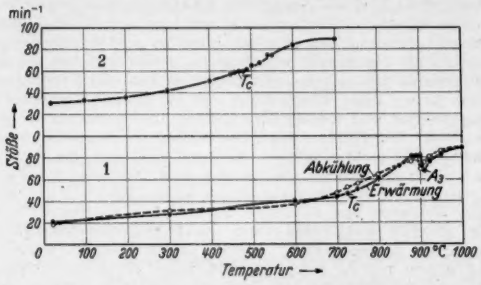


Fig. 1. Abhängigkeit der Stoßzahl im Spitzenzähler von der Temperatur. Kurve 1: Weicheisen; Kurve 2: 50%ige Eisen-Nickel-Legierung.

Elektronenemission bei Einwirkung von Joddampf auf Silber, sowie durch Versuche von H. GOBRECHT und J. BARSCH[5]) durch Messungen an frisch aufgedampften Schichten. J. HINNÜBER und O. RÜDIGER[6]) zeigten kürzlich, daß man den Spitzenzähler in der Pulvermetallurgie zur Beurteilung der Aktivität von Metallpulvern benutzen kann.

Es ist bekannt [7]), daß metallkundliche Umwandlungsvorgänge, wie z. B. die α-γ-Umwandlung bei Eisen, eine Veränderung der Elektronenaustrittsarbeit bewirken. Auch das Verschwinden des Ferromagnetismus am CURIE-Punkt macht sich bei der Elektronenemission bemerkbar[7]). Während diese Einflüsse auf die Elektronenaustrittsarbeit bisher nur mit Hilfe der RICHARDSON-Geraden zu untersuchen waren, lassen sich die Umwandlungsvorgänge leicht mit dem Spitzenzähler nachweisen: Ein dünnes Blech aus dem zu untersuchenden Werkstoff wird straff ausgespannt und elektrisch durch direkten Stromdurchgang geheizt. Die Temperaturmessung geschieht durch ein am Band befestigtes Thermoelement. Wenige Millimeter oberhalb des Bandes befindet sich ein Spitzenzähler. Die ganze Anordnung arbeitet in einer Argonatmosphäre von etwa 90 Torr. Die Figur zeigt einige Meßkurven. Man entnimmt den Kurven, daß sich sowohl die A_3-Umwandlung als auch der CURIE-Punkt des Eisens deutlich abzeichnen (Kurve 1). Auch bei einer etwa 50%igen Eisen-Nickel-Legierung (Kurve 2) ist die magnetische Umwandlung bei etwa 475° sichtbar. Erholungs- und Rekristallisationsvorgänge sind nur schwer mit dem Spitzenzähler nachweisbar; der elektrische Widerstand spricht erheblich besser an. Die Ursache für den Anstieg der Austrittsarbeit beim Übergang vom kubisch raumzentrierten zum kubisch flächenzentrierten Gitter am A_3-Punkt ist unseres Wissens nicht bekannt. Man könnte sie mit einer Elektronenumlagerung bei der kristallographischen Umwandlung oder aber auch mit der Tatsache in Verbindung bringen, daß das γ-Eisen im Gegensatz zum α-Eisen in der kubisch dichtesten Kugelpackung kristallisiert.

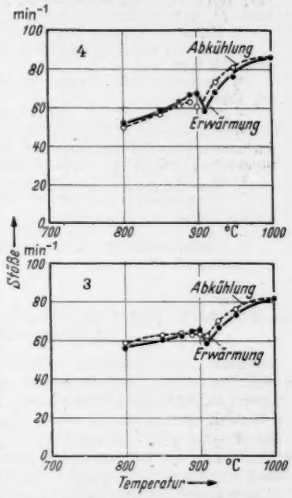


Fig. 2. Die gleiche Abhängigkeit der Stoßzahl im Spitzenzähler von der Temperatur wie in Fig. 1. Kurve 3: etwa 50 mμ dicke aufgedampfte Eisenschicht; Kurve 4: mehr als 100 mμ dicke aufgedampfte Eisenschicht.

Es erschien daher interessant, die Hysteresis der A_3-Umwandlung bei sehr dünnen aufgedampften reinen Eisenschichten näher zu untersuchen. Bei allen bekannten Messungen über die Hysteresis allerreinster Eisensorten wird immer eine Hysteresis in der Größenordnung von etwa 10° beobachtet). Da die Hysteresis mit zunehmendem Reinheitsgrad nicht verschwand, wurde angenommen, daß die bei der Keimbildung zu leistende Arbeit infolge der eintretenden Volumenänderung thermodynamisch als Ursache für die Hysteresis angesprochen werden könnte[9]). Wenn diese Überlegung richtig ist, müßte bei sehr dünnen Eisenschichten oder bei sehr feinen Eisenpulvern die Hysteresis verschwinden, weil bei diesen die zu leistende Arbeit verschwindend klein würde. Es wurde eine etwa 50 mμ dicke Eisenschicht auf ein dünnes Nickelblech aufgedampft und die A_3-Umwandlung im Spitzenzähler beobachtet. Wie Kurve 3 zeigt, beobachtet man bei der dünnen Eisenschicht keine Hysterese, während nicht nur eine Weicheisenprobe mit 0,06% C (Kurve 1), sondern auch eine mehr als 100 mμ dicke aufgedampfte Eisenschicht (Kurve 4) die übliche Hysterese von 10 bis 15° zeigt. Beide Kurven wurden mit gleicher Erhitzungs- und Abkühlungsgeschwindigkeit wiederholt aufgenommen. Hieraus kann gefolgert werden daß dünne reinste Eisenschichten keine Hysterese zeigen, während bei größeren Schichtdicken eine Verzögerung der γ-α-Umwandlung stattfindet.

Essen, Brachtstraße 17 und Widia-Fabrik, Physikalisches Laboratorium.

E. Houdremont und O. Rüdiger.

Eingegangen am 16. Juli 1952.

[1]) Kramer, J.: Z. Physik **125**, 739 (1949); **128**, 538 (1951); **129**, 34 (1951). Vgl. auch Louw, J. D., u. S. M. Naudé: Physic. Rev. **76**, 571 (1949).
[2]) Kramer, J.: Der metallische Zustand. Göttingen 1950.
[3]) Haxel, O., F. G. Houtermans u. K. Seeger: Z. Physik **130**, 109 (1951).
[4]) Paprod, H., W. Rathje u. J. N. Stranski: Z. Elektrochem. **56**, 409 (1952).
[5]) Goerecht, H., u. J. Barsch: Z. Physik **132**, 129 (1952).
[6]) Hinnüber, J., u. O. Rüdiger: Vortrag vor dem 4. Internationalen Kongreß der Eisen und Metall verarbeitenden Industrie, Stockholm, Juni 1952. Arch. Eisenhüttenwes. (demnächst).
[7]) Siljeholm, G.: Ann. Physik **10**, 178 (1931).
[8]) Rogers, B. A., u. K. O. Stamm: Amer. Inst. Min. Metal. Eng. Techn. Publ. Nr. 1388. (1941). Vgl. auch Cleaves, H. E., u. I. M. Hiegel: J. Res. Nat. Bur. Standards **28**, 643 (1942).
[9]) Houdremont, E., u. O. Krisement: Arch. Eisenhüttenwes. (demnächst).

Messung der β- und γ-Strahlendosis von radioaktiven Stoffen in Röntgeneinheiten.

Es ist nicht möglich, mit ein und derselben Ionisationskammer in der Umgebung eines radioaktiven Präparates die Dosis infolge der β-Strahlung *und* die Dosis infolge der γ-Strahlung in Röntgeneinheiten zu bestimmen. Die γ-Strahlenmessung erfordert eine Wandstärke, die größer ist als die Reichweite der entstehenden Compton-Elektronen; dann ist aber die Absorption der β-Strahlen in der Wand viel zu groß. Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, daß wegen der von Ort zu Ort stark veränderlichen Intensität das Volumen des Meßorganes außerordentlich klein sein muß.

Diese Aufgabe kann mit „luftäquivalenten" Szintillationszählern[1]) gelöst werden, deren Lichtintensität bei einer Änderung der Strahlungsqualität stets proportional ist zu der in r/sec gemessenen Dosisleistung. Ein Kügelchen aus Au^{198} mit 1 mm Radius befand sich zusammen mit einer 0,5 mm dicken Leuchtstoffschicht von 1,8 mm Durchmesser in einem Behälter, der wahlweise mit Wasser oder Luft gefüllt werden konnte. Das Fluoreszenzlicht wurde mit einem Stab aus einer praktisch nicht fluoreszierenden Plexiglassorte einem Sekundärelektronenvervielfacher zugeleitet, dessen Ausgangsstrom gemessen wurde. Als Leuchtstoff diente eine „luftäquivalente" polykristalline Mischung von Anthrazen und 2-Chloranthrazen. Die Änderung der Dosisleistung mit dem Abstand des Mittelpunktes des Goldkügelchens vom Leuchtstoff ist in Fig. 1 für Luft und für Wasser dargestellt; der Abstand 1,0 mm bedeutet Berührung der Oberfläche des Kügelchens. Wegen der starken Absorption der β-Strahlen, deren maximale Reichweite in Wasser 4 mm beträgt, ist der Verlauf der beiden Kurven für die kleinen Abstände wesentlich verschieden. Von 6 mm Abstand ab sind beide Kurven gerade Linien; die Dosisleistung nimmt umgekehrt proportional mit dem Quadrat der Entfernung von der Strahlungsquelle ab.

Von besonderem Interesse ist die Ermittlung des Dosisverhältnisses $\beta:\gamma$. Bei konstant gehaltenem, genügend großem Abstand des Leuchtstoffes vom Präparat wurde der Zwischenraum mit Luft bzw. Wasser gefüllt und so das Dosisverhältnis $(\beta+\gamma):\gamma$ ermittelt. Es ergab sich hieraus $\beta:\gamma = 7{,}5:1$. Praktisch derselbe Wert wurde mit einer zweiten Versuchsanordnung erhalten, bei der das Licht mit einem, außerhalb des eigentlichen Strahlungsfeldes aufgestellten Hohlspiegel weitergeleitet wurde; die Absorption der β-Strahlen erfolgte in zwischengeschalteten Plexiglasscheiben. Das Dosisverhältnis $\beta:\gamma$ hängt von der Dicke der Leuchtstoffschicht ab, wie Versuche mit Anthrazeneinkristallen zeigten; eine Erhöhung der Dicke von 0,2 auf 3 mm verminderte den Verhältniswert auf die Hälfte.

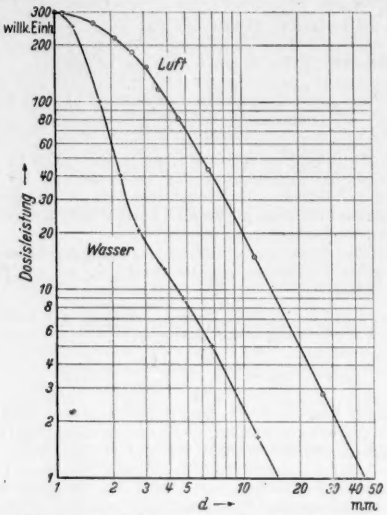


Fig. 1. Dosisleistung in Luft und in Wasser.

Um die Dosisleistungen in r/sec zu erhalten, kann die Meßanordnung mit einer Röntgenstrahlung, deren Dosisleistung mit einer Luftionisationskammer gemessen wird, geeicht werden. Bei dem einfachen Zerfallsschema des Radiogoldes ist die γ-Dosis auch leicht zu berechnen. Für ein punktförmiges Präparat Au^{198} von 1 mC Aktivität beträgt die γ-Dosis in 1 cm Abstand in 1 Std 2,4 r. Es ist dann für ein Kügelchen von 1 mm Radius die entsprechende β-Dosis in einer 0,5 mm dicken Gewebeschicht 18 r.

Das Verhältnis $\beta:\gamma$-Dosis hängt wegen der starken Absorption der β-Strahlen nicht nur von der Dicke des Leuchtstoffes, sondern auch von der Form und der Größe des Präparates ab und kann als ein allgemein gültiger Wert nicht angegeben werden.

Röntgeninstitut der Technischen Hochschule Stuttgart.

G. Breitling und R. Glocker.

Eingegangen am 16. Juli 1952.

[1]) Breitling, G., u. R. Glocker: Naturwiss. **39**, 233 (1952).

Silizium-Einkristallstäbe.

Nach dem Czochralski-Verfahren[1]) gelingt es, Silizium-Einkristalle von etwa 10 cm Länge und einigen Millimetern Dicke herzustellen. Es werden hierzu Quarztiegel verwendet, die zur Vermeidung von Deformationen (Siliziumschmelzpunkt 1420° C) von einem Aluminiumoxydrohr eng umschlossen werden, das zugleich die Heizwicklung trägt. Heizdraht und Schmelze werden von Wasserstoff umspült. Der Siliziumstab wird an einem Keim frei aus der Schmelze gezogen, deren Temperatur geeignet geregelt wird. Dies wird durch die Tatsache erleichtert, daß festes Silizium bei gleicher Temperatur stärker strahlt als die Schmelze (eine Beobachtung, die bei uns auch an Germanium immer wieder gemacht wurde). Dadurch erscheint um die Eintauchstelle ein heller Hof, dessen Größe ein Maß für das Dickenwachstum des Stabes ist.

Die so erhaltenen Einkristallstäbe besitzen meist, trotz der Rotationssymmetrie der Anordnung, in ihrer Mantellinie zwei oder vier um 180 bzw. 90° gegeneinander versetzte Kanten

sowie häufig spiegelnde Fazettenflächen. Der Vergleich der verschiedenen Winkel zeigt, daß es sich bei letzteren um die (111)-Ebenen handelt, die hier als wachstumsgehemmte Flächen auftreten. Die Kanten sind Schnitte dieser Ebenen. Die Stabachse liegt im allgemeinen in [110]-Richtung, was plausibel ist, da in Konkurrenz mit den anderen Kristallorientierungen eines polykristallinen Keims die Richtung [110] als Zugrichtung bevorzugt wird. Bei dieser Orientierung tangieren nämlich vier wachstumsgehemmte (111)-Ebenen die Staboberfläche. Als besondere Schwierigkeit tritt häufig eine Störung des Einkristallwachstums durch Zwillingsbildung ein. Die Zwillingsebenen werden immer als (111)-Ebenen identifiziert (s. Fig. 1).

Fig. 1. Silizium-Einkristall. Das einkristalline Stück geht von A bis B; Erstarrungsrichtung von A nach B. Bei B befindet sich eine Zwillingsebene quer zum Stab. In Längsrichtung ist eine Kante [Schnitt zweier (111)-Ebenen] zu sehen.

Wie bei Germanium[2],[3]) tritt auch hier starke Entmischung der Verunreinigungen durch deren verschiedene Löslichkeit in Schmelze und Kristall auf. Zeigt schon an Polykristallen die Spektralanalyse, daß die meisten Fremdstoffe bevorzugt in der Schmelze bleiben, so ergibt sich bei Einkristallen ein besonders großer Effekt.

Das Ausgangsprodukt (Siliziumpulver handelsüblicher Reinheit von Merck) enthält noch 0,1 bis 1% Kalzium, 10^{-2} bis 10^{-3}% Aluminium, Eisen, Magnesium, Mangan und Kupfer und 10^{-3} bis 10^{-4}% Titan und Bor. Der aus dem ersten Viertel der Schmelze gezogene Einkristall enthält in ähnlichen Konzentrationen wie oben nur noch Kupfer, in sehr viel geringeren Konzentrationen Magnesium, Kalzium und Bor (10^{-3} bis 10^{-4}%). Alles andere war nicht mehr nachzuweisen. Offenbar entmischt Kupfer im Vergleich mit anderen Metallen nur sehr wenig.

Die Bestimmung des Leitungstyps durch Detektoreffekt zeigt am Anfang des Kristalls p-, dann fast bis zum Ende n- und ganz zum Schluß wieder p-Typ. Die letzte Inversion läßt sich durch die starke Entmischung des Aluminiums erklären. Für die erste konnte kein Akzeptor nachgewiesen werden. (Bor kommt wahrscheinlich nicht in Frage, da es im ganzen Kristall in nahezu gleicher Konzentration angetroffen wird.)

Auch im Verlauf des spezifischen Widerstandes zeigt sich die starke Entmischung des Einkristalles. Im ersten p-Gebiet (etwa ein Zehntel der gesamten Schmelze) ergibt sich ein Anstieg von 0,3 auf 7 Ωcm. Im darin anschließenden Inversionsgebiet entsteht durch Kompensation von Akzeptoren und Donatoren ein noch höherer Widerstand, der jedoch wegen der störenden $p-n$-Sperrschicht nicht genau bestimmt werden konnte. Im n-Gebiet fällt dann der Widerstand wieder stark ab. Unter der Annahme einer einzigen bevorzugt in die feste Phase gehende Akzeptorart im ersten p-Gebiet ergibt sich aus dem Widerstandsverlauf nach der Formel von HALL[2]) ein Verteilungskoeffizient (Konzentration im Kristall: Konzentration in der Schmelze, bei Gleichgewicht) von der Größenordnung 40. Genauere Messungen auch der Verteilungskoeffizienten anderer Stoffe sind im Gange.

Herrn K. SEILER danke ich für Anregung und Ratschläge, Herrn D. GEIST für Diskussionen.

Institut für Theoretische und Angewandte Physik der Technischen Hochschule Stuttgart und Standard Laboratorium, Süddeutsche Apparatefabrik, Nürnberg.

HANS KLEINKNECHT.

Eingegangen am 19. Juli 1952.

[1]) CZOCHRALSKI, J.: Z. physik. Chem. **92**, 219 (1917).
[2]) HALL, R. N.: Physic. Rev. **78**, 645 (1950).
[3]) DÜRR, W., J. JAUMANN u. K. SEILER: Phys. Verh. **7**, 138 (1951).

Die Temperaturabhängigkeit des Sperrstroms von $p-n$-Übergängen in Germanium.

Gleichrichtende $p-n$-Übergänge in Germanium (und anderen Halbleitern) zeigen eine exponentielle Temperaturabhängigkeit des spannungsunabhängigen Sättigungsstroms i_s in Sperrichtung[1]). Dieser Strom gehorcht der von SHOCKLEY[2]) abgeleiteten Beziehung

$$i_s = c\,\sigma_i^2$$

σ_i ist die Eigenleitfähigkeit des Halbleiters, die bekanntlich exponentiell mit der Temperatur ansteigt, c ein nahezu temperaturunabhängiger Faktor[2]).

Der spannungsabhängige ZENER-Strom i_z tritt auf[3]), wenn durch Steigerung der außen angelegten Spannung U die Feldstärke E in der Übergangszone[4]) vom n- zum p-Leitungstyp einige 10^5 V/cm überschreitet. MCAFEE und Mitarbeiter[3]) erhalten unter der Annahme einer konstanten Feldstärke E die Formel

$$i_z = U \cdot 10^{(a-b/E)},$$

die nur die schwach temperaturabhängige Größen a und b enthält. Als typische Werte für Germanium[3]) werden $10^a = 10^{11}$ A/Vcm² und $b = 10^7$ V/cm angegeben.

$p-n$-Gleichrichter mit Antimon als Donator und Aluminium als Akzeptor wurden von uns hergestellt und vermessen. Fig. 1 zeigt den Verlauf des Sperrstroms bei verschiedenen Temperaturen. Bei kleinen Spannungen erhält

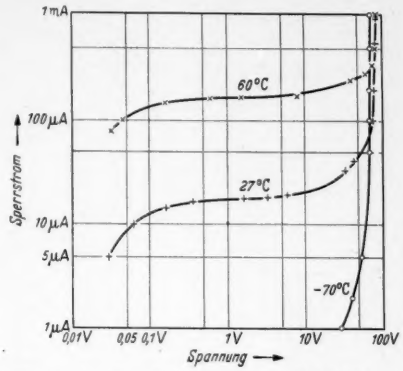


Fig. 1. Sperrkennlinien eines $p-n$-Gleichrichters.

man für jede Temperatur einen (nahezu) konstanten Sättigungsstrom[5]), während bei hohen Spannungen die Kennlinien zusammenrücken.

Würde nun — was eben nicht zutrifft — der Sättigungsstrom i_s infolge der hohen Feldstärke einen Sekundärstrom erzeugen, so müßte dieser dieselbe exponentielle Temperaturabhängigkeit aufweisen wie i_s. Die experimentell gefundene, nahezu vollständige Temperaturunabhängigkeit des ZENER-Stroms bestätigt dagegen erneut die Auffassung von MCAFEE und Mitarbeitern[3]). Diese besagt, daß infolge des hohen Feldes in der Sperrschicht Elektronen vom Valenzband ins Leitfähigkeitsband übergehen und so den starken Stromanstieg bei hohen Spannungen verursachen.

Eine geringe Temperatur- und Druckabhängigkeit[6]) haftet dem ZENER-Strom noch an, da er vom Bandabstand abhängt, der seinerseits schwach temperatur- und druckabhängig ist.

Standard Laboratorium, Süddeutsche Apparatefabrik, Nürnberg.

D. GEIST und K. SEILER.

Eingegangen am 19. Juli 1952.

[1]) GEIST, D., u. K. SEILER: Vortr. auf der Physikertagg. Karlsruhe 1951. Phys. Verh. **2**, 121 (1951).
[2]) SHOCKLEY, W.: Bell System Techn. J. **28**, 435 (1949). — Electrons and Holes in Semiconductors. D. van Nostrand 1950, S. 315.
[3]) AFEE, K. B. Mc, E. J. RYDER and W. SHOCKLEY: Physic. Rev. **83**, 650 (1951). — ZENER, C.: Proc. Roy. Soc. [London] **145**, 523 (1934).
[4]) Außer von der angelegten Spannung hängt die Feldstärke vom Konzentrationsgradienten der Dotierungssubstanzen in der Übergangszone ab.
[5]) Bei der tiefsten Temperatur lag er außerhalb des Meßbereichs der verwendeten Apparatur.
[6]) Die Druckabhängigkeit wurde untersucht von K. B. MCAFEE, W. SHOCKLEY, M. SPARKS [Physic. Rev. **85**, 730 (1952)].

Über den Antagonismus zwischen dem Isonikotinsäurehydrazid (INH) und bestimmten aromatischen Substanzen.

Das INH besitzt eine spezifische vermehrungshemmende Wirkung gegenüber den säurefesten Stäbchen. Im Gegensatz zur PAS, die nur gegen den humanen und bovinen Typ des Tuberkelbakteriums wirksam ist, vermag das INH auch die Vermehrung der saprophytären Mycobakterien zu hemmen. Die noch wirksamen Grenzkonzentrationen liegen bei Verwendung peptonfreier Nährsubstrate für die verschiedenen Mycobakterienstämme zwischen etwa 1:100000 und 1:500000.

Die tuberkulostatische Wirkung des INH gegenüber Mycobakt. phlei wird durch aromatische Substanzen wie PAS, m-Aminophenol, Phenol, Resorcin und Phloroglucin in starkem Maße gemindert, nicht aber durch p-Aminophenol,

Tabelle 1. *Antagonismus Isonikotinsäurehydrazid — aromatische Substanzen.*

Dem Nährsubstrat (Hottinger-Bouillon) zugesetzte aromatische Substanz	Verdünnung der Isonikotinsäurehydrazids									
	1:1000	1:2000	1:4000	1:8000	1:16000	1:32000	1:64000	1:128000	1:256000	Kontrolle
p-Aminosalicylsäure 1:1000	–	(+)	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +
m-Aminophenol 1:1000	(+)	++	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +
p-Aminophenol 1:2000	–	–	–	–	–	–	+	++	++ +	++ +
Phenol 1:5000	–	–	(+)	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +
Resorcin 1:1500	–	++	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +
Phloroglucin 1:1000	–	–	–	(+)	++	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +
p-Aminobenzoesäure 1:2000	–	–	–	–	–	–	(+)	++	++ +	++ +
m-Aminobenzoesäure 1:2000	–	–	–	–	–	–	+	++	++ +	++ +
o-Aminobenzoesäure 1:2000	–	–	–	–	–	–	(+)	++ +	++ +	++ +
Kontrollreihe	–	–	–	–	–	–	++	++ +	++ +	++ +

Brenzkatechin, Benzoesäure, p-, m- und o-Aminobenzoesäure (Tabelle 1). Zur Aufhebung der tuberkulostatischen Wirksamkeit sind relativ hohe Konzentrationen dieser aromatischen Substanzen erforderlich. Die diesbezüglichen Konzentrationsverhältnisse sind für m-Aminophenol in Tabelle 2

Tabelle 2. *Antagonismus Isonikotinsäurehydrazid — m-Aminophenol. Abhängigkeit vom m-Aminophenolgehalt des Nährsubstrats.*

m-Aminophenolgehalt des Nährsubstrats in ‰ (Hottinger-Bouillon)	Verdünnung des Isonikotinsäurehydrazids									
	1:2000	1:4000	1:8000	1:16000	1:32000	1:64000	1:128000	1:256000	1:512000	Kontrolle
1,0	(+)	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +
0,5	(+)	+	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +
0,25	–	+	+	++	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +
0,125	–	–	+	(+)	++	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +
0,063	–	–	–	–	(+)	+	+	++	++ +	++ +
Kontrollreihe	–	–	–	–	–	+	(+)	(+	++ +	++ +

Ablesung des Ergebnisses nach 72stündiger Bebrütung.

dargestellt. Einen wesentlichen Einfluß auf das Ausmaß des Antagonismus hat die Dauer des Kontaktes zwischen der antagonistisch wirkenden aromatischen Substanz und dem Mycobact. phlei vor Zugabe des INH zum Nährsubstrat (Tabelle 3). Aus diesem Befund kann entnommen werden,

Tabelle 3. *Antagonismus Isonikotinsäurehydrazid — m-Aminophenol. Abhängigkeit von der Zeit des Kontaktes zwischen Mycobakt. phlei (169) und m-Aminophenol.*

Zeit des Kontaktes zwischen Mycobakt. phlei und m-Aminophenol vor Zusatz des Isonikotinsäurehydrazids	Verdünnung des Isonikotinsäurehydrazids									Nährsubstrat
	1:1000	1:2000	1:4000	1:8000	1:16000	1:32000	1:64000	1:128000	Kontrolle	
0 Minuten	–	–	–	–	–	+	++ +	++ +	++ +	Hottinger-Bouillon + m-Amoniphenol 0,1 %
10 Minuten	–	–	–	–	–	++	++ +	++ +	++ +	
1 Stunde	–	–	(+)	++	+	++ +	++ +	++ +	++ +	
2 Stunden	–	–	+	+	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	
3 Stunden	–	+	(+)	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	
4 Stunden	–	++ +	++ +	++	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	
6 Stunden	–	+	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	
Kontrollreihe	–	–	–	–	–	–	(+)	++	++ +	Hottinger-Bouillon

Ablesung des Ergebnisses nach 50stündiger Bebrütung.

daß an dem Antagonismus ein Bakterienferment adaptiver Natur beteiligt sein muß. Seit den Untersuchungen von Bernheim und Mitarbeitern[1),2),3)] sowie Wagner[4)] u. a. wissen wir, daß saprophytäre Mycobakterien imstande sind, mit Hilfe von adaptiven Fermenten aromatische Substanzen oxydativ abzubauen. Man könnte daher geneigt sein, den Antagonismus so zu deuten, daß der verwendete Teststamm der hemmenden Wirkung des INH dadurch entgeht, daß es den oxydativen Abbau des anwesenden aromatischen Antagonisten als Ausweichenergiequelle verwendet. Messungen in der Warburg-Apparatur über die oxydativen Leistungen des verwendeten Teststammes ergaben jedoch, daß dieser von den geprüften aromatischen Substanzen nur Benzoesäure und Brenzkatechin, die die Wirkung des INH nicht antagonisieren, zu oxydieren vermag, während die antagonistisch wirkenden aromatischen Substanzen nicht angegriffen werden, auch nicht in Gegenwart von INH.

Der Antagonismus INH — m-Aminophenol bzw. PAS ist durch p-Aminobenzoesäure (PABA) wieder aufhebbar, so daß in einem Substrat, daß m-Aminophenol bzw. PAS und PABA in gleichen molaren Konzentrationen enthält, das INH gegenüber Mycobact. phlei wieder wirksam ist Der bekannte Antagonismus PAS—PABA ist auch hier wirksam.

Tuberkulose-Forschungsinstitut Borstel (Direktor: Prof. Dr. Dr. E. Freerksen).

R. Bönicke.

Eingegangen am 19. Juli 1952.

[1)] Bernheim, F.: J. Bacter. **4**, 387 (1940).
[2)] Bernheim, F.: J. of Biol. Chem. **43**, 383 (1942).
[3)] Saz, A. K., u. F. Bernheim: J. Bacter. **44**, 385 (1942).
[4)] Wagner, W. H.: Biochem. Z. **322**, 121 (1951).

Die stratigraphische Stellung des „Weißen Sylvinits" vom Kaliwerk „Niedersachsen" als zweites Oberes Jüngeres Kaliflager (Unteres Begleitlager zum Riedellager).

Seit der Frühzeit des Werkes „Niedersachsen" ist der hier sog. „Weiße Sylvinit" bekannt. Es ist ein Vorkommen, das im Zentralfeldsüden dieses Werkes schon von den Alten insbesondere auf der 675 und 600 m-S, hier bis zu einer maximalen Mächtigkeit von 6,55 bzw. 14 m abgebaut, im Zusammenhang damit aber auch auf den höheren wie tieferen

Sohlen (525 bzw. 750 und 800) verfolgt und teilweise in Abbauversuch genommen worden ist. Nach oben und unten (525, 800, 900, 1000) verschmälert es sich bei zurückgehendem K_2O-Gehalt. Im Schwadensalz des ϑ-Horizontes eingebettet, verhüllte sich seine genaue stratigraphische Fixierung, bis eine weitere Aufnahme (Werk Bergmannssegen, 580 m-S, Querschlag ins Schneesalz, 1945) und zwei Nachtragsarbeiten (Werk Rössing-Barnten, 750 m-S, Wetter-Richtstrecke, 1949 und Werk Niedersachsen, 800 m-S, Zentralfeldsüden, 1952) Klärung erbrachten:

t = Tonflockensalzzone

$Kj(S)_{[O_1]}$ = Riedellager

ϑ
- ϑ_o Schwaden-Reinsalzfolge
- Gemasertes rötliches Zwischenmittel
- ϑu
  - Grenzschwaden
  - helles reines Steinsalz } „Tristratum"
  - Dachschwaden
  - Weißer Sylvinit = $Kj(S)_{[O_1]}$
  - Sohlschwaden
  - reines rötliches Steinsalz
  - 1. Schwaden unter dem Sohlschwaden
  - reines rötliches Steinsalz
  - 2. Schwaden unter dem Sohlschwaden
  - usw.

η
- Schwaden-Reinsalzfolge
- $am_g = am_\vartheta$

Wie die Tabelle ausweist, setzt der „Weiße Sylvinit" 15 bis 30 m unterhalb des Riedellagers, d.h. kurz vor der Dachfläche ϑu bzw. kurz unter der Sohlfläche des Zwischenmittels auf. Er identifiziert sich also auf den drei Salzpfeilern als ein und derselbe Zechsteinhorizont, was bedeutet, daß man es in der Kaliprovinz Nordhannover nicht wie bisher mit nur *einem*, sondern mit *zwei* Oberen Jüngeren Kalilagern (dem Riedel- *und* dem Weißen Sylvinit-Horizont) zu tun hat, wodurch letzterer jetzt als selbständiges zweites Oberes (richtiger „unteres Oberes") Jüngeres Kalilager unter der Bezeichnung „unteres Begleitlager $Kj(S)_{[O_1]}$ zum Riedellager $Kj(S)_{[O_1]}$" in die Nomenklatur des Deutschen Zechsteins eingeht.

Burbach-Kaliwerke A.G., Wolfenbüttel.
Reyershausen (Göttingen-Land).

G. Hartwig.

Eingegangen am 3. Juli 1952.

Über das Porphyrin des sauerstoffübertragenden Fermentes.

Aus Präparaten von sauerstoffübertragendem Ferment und Cytochrom *a* hatten wir ein Hämin gewonnen, das ein Pyridinhämochrom mit Banden bei 587 und 430 mμ bildet[1],[2]). Dieses Hämin ist höchstwahrscheinlich identisch mit den von Negelein[3]) aus Herzmuskel isoliertem Hämin, das Warburg und Gewitz[4]) inzwischen kristallisiert erhalten und „Cytohämin" benannt haben. Aus diesem Hämin hatten wir durch Abspaltung des Eisens ein Porphyrin gewonnen, in dem durch Oximbildung und dessen Überführung ins Nitril eine Formylgruppe nachgewiesen werden konnte. Dieses Porphyrin ist mit Spirographisporphyrin nicht identisch. Die Einwirkung von Jodwasserstoff und Luft auf das Porphyrin in Eisessig ergab ein Porphyrin mit Spektrum vom Rhodotyp. Dessen Banden sind gegenüber denen des Ausgangsporphyrins nach Blau verlagert; durch Einwirkung von Hydroxylamin werden sie nicht verändert. Durch Hydrierung mit Palladium-Wasserstoff wurde ein von Mesoporphyrin optisch nicht sicher zu unterscheidendes Porphyrin gebildet. Aus diesen Daten war zu schließen, daß das Porphyrin des sauerstoffübertragenden Ferments weder ein Derivat des Rhodoporphyrins ist, noch einen isozyklischen Ring enthält.

Es gelang jedoch nicht, aus diesem Porphyrin einen Eisenkomplex zu bilden, der mit dem ursprünglichen Hämin des sauerstoffübertragenden Ferments identisch ist. Die langwellige Bande des Pyridinhämochroms lag bei 585 mμ (statt 587 mμ), und auch die Soret-Bande lag bei kürzeren Wellenlängen als die des Pyridinhämochroms des Fermenthämins.

Durch Änderung des Enteisenungsverfahrens gelang die Darstellung eines neuen Porphyrins aus dem Fermenthämin. Dieses Porphyrin hat ebenfalls ein Spektrum vom Rhodotyp (Fig. 1). Seine Banden liegen bei längeren Wellenlängen als die des obenerwähnten Porphyrins: in Äther bei 648, 586, 560 und 518 mμ, in Pyridin bei 646, 583, 570 und 521 mμ. Sowohl durch Umsetzung mit Hydroxylamin als auch durch Einwirkung von Jodwasserstoff und Luft wurden Derivate analog denen des anderen Porphyrins erhalten, jedoch waren auch bei diesen die Banden nach Rot verlagert (Oxim in Pyridin 642, 581, 555 und 515 mμ). Hydrierung mit Palladium-Wasserstoff ergab ebenfalls ein von Mesoporphyrin optisch nicht sicher unterscheidbares Porphyrin. Durch Einführung von Eisen in das neue Porphyrin wurde ein Hämin gebildet, dessen Pyridinhämochrom Banden bei 587 und 430 mμ

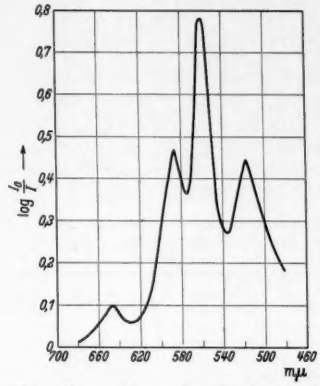


Fig. 1. Absorptionsspektrum des Porphyrins des sauerstoffübertragenden Ferments und Cytochrom a in Äther.

hat wie das Hämochrom des ursprünglichen Fermenthämins. Es ist daher im höchsten Maße wahrscheinlich, daß das neue Porphyrin das unveränderte Porphyrin des Fermenthämins ist. Das Porphyrin des sauerstoffübertragenden Ferments enthält neben der Formylgruppe eine weitere Gruppe, welche die starke Rotverlagerung seiner Banden und der seines Hämins wesentlich bestimmt. Diese Gruppe ist — besonders im Enteisenungsprozeß — labil und ihrer Natur nach noch nicht ganz sicher bekannt.

Pharmakologisches Institut Marburg a.d.Lahn.

Manfred Kiese.

Eingegangen am 19. Juli 1952.

[1]) Dannenberg, H., u. M. Kiese: Naturwiss. **38**, 261 (1951).
[2]) Dannenberg, H., u. M. Kiese: Biochem. Z. **322**, 395 (1952).
[3]) Negelein, E.: Biochem. Z. **266**, 412 (1933).
[4]) Warburg, O., u. H.-S. Gewitz: Z. physiol. Chem. **288**, 1 (1952).

Zum papierchromatographischen Nachweis von Serumpeptidasen.

Im Serum bzw. Plasma sind Peptidasen vom Typ der Aminopolypeptidasen, Dipeptidase, Prolidase und Prolinase

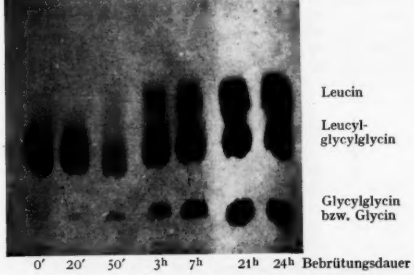


Fig. 1. Leucylglycylglycin-Spaltung durch Kaninchenplasma.

durch Titrationsverfahren nach Willstätter-Waldschmidt-Leitz u. a. sowie durch Amino-N-Bestimmung nach van Slyke nachgewiesen[2]),[3]). Bei Anwendung der Papierchromatographie ist es nun leicht möglich, bei sparsamstem Verbrauch von Peptiden und Serum weitere Befunde zur Charakteristik der Serumpeptidasen zu erhalten, da die R_F-Werte der Spaltprodukte eindeutig über den Ort der Aufspaltung am Peptid Auskunft geben und aus der Farbstärke der Flecken eine Abschätzung der Intensität der Spaltung erfolgen kann.

Wir benutzten zu unseren Versuchen Seren von Mensch, Meerschweinchen und Kaninchen. Zu 5 bis 10 bis 20 mm³

serum wurden 0,2 ml 0,1 m Substratlösung in 0,05 m Veronalpuffer ($p_H = 7{,}8$) — bei sehr schwerer Löslichkeit der Substrate gesättigte Lösung — und 1 bis 2 Tropfen Toluol hinzugegeben. Kontrollversuche mit Serum allein liefen mit. Die Ansätze (im Mikroreagensröhrchen mit Glasschliffstopfen) wurden für die auf der Fig. 1 angegebenen Zeiten bei 38° aufbewahrt, anschließend mit 0,5 ml Äthanol zur Enteiweißung versetzt und das klare Filtrat in einer Menge von je 10 bis 15 mm³ auf das Papier[1]) aufgetragen und in üblicher Weise aufsteigend mit Butanol-Eisessig chromatographiert und anschließend mit Ninhydrin entwickelt. Bei Anwendung bis 15 mm³ Serum pro Ansatz kann auf die Enteiweißung verzichtet und aus dem Ansatz direkt aufgetragen werden; das Eiweiß bleibt dann am Startpunkt liegen. Tabelle 1 gibt die Substrate und Spaltprodukte mit R_F-Werten und Fleckfarbe an, die wir in der geschilderten Weise geprüft haben, und von denen die Anilide auf Spaltbarkeit durch Serum unseres Wissens bisher nicht untersucht wurden.

Tabelle 1. *Auf Spaltbarkeit durch Serum bzw. Plasma von Mensch, Meerschweinchen und Kaninchen geprüfte Substrate und festgestellte Spaltprodukte.*

Substrat	R_F-Wert in Butanol-Eisessig	Fleckfarbe	Festgestellte Spaltprodukte a b c d e f g h
dl-Leucylglycylglycin	0,45	rosa-violett	a b c?
dl-Leucylglycin	0,65	rosa-violett	a c
Glycyl-l-Tryptophan	0,51	gelb	c d
Glycylleucylanilid	0,92	schwach hellgelb	c e
Alanylglycylanilid	0,68	rosa-violett	f g
Glycyl-l-tyrosin	0,37	hellgelb	c h

Es bedeuten: a Leucin (0,68) rosa-violett; b Glycylglycin (0,16) gelblich; c Glykokoll (0,18) rosaviolett; d Tryptophan (0,43) grau; e Leucinanilid (0,60) rotviolett; f Alanin (0,3) violett; g Glycylanilid (0,65) kräftig gelb; h Tyrosin (0,4) braungrau. Die in Klammern gesetzten Zahlen geben die R_F-Werte in Butanol-Eisessig an. Die angegebenen Farben kennzeichnen die bei Ninhydrinbehandlung des Papiers mit den genannten Produkten erhaltenen Farben.

Der Vorteil der einfachen Methodik, deren Anwendung allgemein zur Spezifizierung von Peptidasen möglich ist, liegt in dem außerordentlich sparsamen Verbrauch von Ferment- und kostbarem Peptidmaterial.

Physiologisch-Chemisches Institut der Martin Luther-Universität, Halle (S.).

H. Hanson und M. Wenzel.

Eingegangen am 12. Juli 1952.

[1]) Papiersorte „3 weich" der Firma Gessner & Kreutzig, Niederschlag i. Erzgeb.

[2]) Maschmann, E.: Biochem. Z. **308**, 359 (1941). Dort weitere Schrifttumsangaben der Arbeiten von W. Grassmann und Heyde, von E. und R. Abderhalden, H. Hanson.

[3]) Bayerle, H., u. G. Borger: Biochem. Z. **307**, 159 (1940). Dort weitere Hinweise auf Arbeiten von E. und R. Abderhalden und G. Caesar; E. Waldschmidt-Leitz und K. Mayer; H. v. Euler und B. Skarzynski; H. Herken und H. Erxleben.

Ein Mikroverfahren zur Wertbestimmung des genuinen ätherischen Öls in einzelnen pflanzlichen Ölbehältern.

Die Mikrobestimmung der kritischen Mischungstemperatur (MTk) ermöglicht die Analyse kleinster Mengen binärer Flüssigkeitsgemische [Fischer[1]) (dort Literatur)]. Die zu untersuchende Probe wird zusammen mit einer Testsubstanz *ohne Wägung* der Komponenten in einer Kapillare eingeschlossen und das Verschwinden des Meniskus beim Erhitzen (oder besser dessen Wiedererscheinen beim Abkühlen = Entmischungstemperatur) auf dem Kofler-Mikroskopheiztisch beobachtet. Man erhält — im Gegensatz zur Makromethode — beim Mikroverfahren ohne Berücksichtigung der Volumina praktisch *den Punkt*, der dem *Maximum* entspricht — siehe das System Phenol–Wasser —, da die beiden Flüssigkeiten in der Kapillare sich nur innerhalb einer schmalen Zone (0,2 mm) mischen und sich dort das bevorzugte, dem Maximum entsprechende Mischungsverhältnis einstellt.

Zur Gewinnung des genuinen ätherischen Öls wird das Pflanzenorgan so geschnitten, daß das Öl aus den eröffneten Ölbehältern mittels Kapillare abgesaugt werden kann. Die im folgenden beschriebene Methode ist sowohl für die Biologie als auch für die Beurteilung ätherischer Öle von Wichtigkeit, da — zum mindesten bei den durch Destillation gewonnenen Ölen — bekanntlich ein beachtlicher Unterschied besteht zwischen dem Öl in der Flasche und dem genuinen Öl der Droge. Bisher war es kaum möglich, diesen Unterschied quantitativ zu fassen.

Methodik. Mit Rücksicht auf die Kleinheit der Ölbehälter verwenden wir Kapillaren aus Jenaer Glas von 0,1 bis 0,4 mm ⌀ (also noch dünner, als in den ersten Mitteilungen angegeben) und erzielen hiemit noch besser reproduzierbare Ergebnisse, speziell bei mehr als binären Gemischen (Benzinen, ätherischen Ölen usw.). Als Testsubstanz dient hier Glykol (redestilliert bei 100° und 16 mm Hg; $n_D^{20°} = 1{,}4302$). In den angeschnittenen Ölraum wird unter Beobachtung mit einer 30fachen binokulären Prismenlupe von Hand oder mittels einfachen Mikromanipulators die Kapillare eingeführt. Das Öl steigt etwa 1 bis 2 mm auf — unter Berücksichtigung des Lumens von etwa 0,05 bis 0,2 mm kommen Mengen von 1 bis 50 γ ätherisches Öl in Frage. Es wird hierauf Glykol nachgesaugt und nach dem Zentrifugieren (Luftblasen!) die MTk bestimmt. Die Kapillare wird hiezu auf einem halbierten Objektträger in entsprechender Weise befestigt und auf den Verschieber des Kofler-Heiztisches gebracht. Aus der gefundenen MTk läßt sich an Hand einer vorher aufgestellten Eichkurve (Abszisse: % Reinsubstanz im Öl; Ordinate: die MTk) der Prozentsatz des Stoffes im Öl ablesen. Die Fehlergrenze beträgt, je nach dem Neigungswinkel der Eichkurve, etwa 0,3 bis 1%. Eichkurven für die bekanntgegebenen Systeme siehe bei Fischer und Resch[2]).

Tabelle 1. *Ergebnisse der Untersuchung genuiner ätherischer Öle.*

Fructus Carvi, tangentialer Schnitt

	MTk	Carvon
Ernte 1950	165	63,5%
Ernte 1951	171	58%
Grün, nach Blüte 1952	223	17%
Halbreif gelb 1952	191	43%

Fructus Foeniculi, schräger Querschnitt

	MTk	Anethol
Ernte 1948	159	31%
Ernte 1950	170	47%
Ölraum, Außenseite	180,5	66%
Ölraum, Fugenseite	166	43%

Fructus Citri recens, Flächenschnitt

	MTk	Citral
Pericarp, grün	247	15%
Pericarp, grün	243	18%
Pericarp, gefleckt, grüne Stelle	239	21%
Pericarp, gefleckt, gelbe Stelle	236	23%
Pericarp, gelb	334	25%
Pericarp, gelb	228	30%

Beim Fenchelöl soll die Kapillare auf den vorgewärmten Heiztisch gelegt und die Bestimmung rasch durchgeführt werden, da man bei längerem Erhitzen Gelbfärbung und abweichende Werte erhält. Handelsöle destilliert man vor der Bestimmung der MTk oder bestimmt das Anethol mit Hilfe des n_D. In ähnlicher Weise lassen sich die genuinen Öle von Mentha, den Gewürznelken usw. bestimmen.

Auch andere tropfenförmige Abscheidungen von Pflanzen, z. B. Nektar, dürften sich mit dieser Methode (eventuell mit Isobutanol als Test) untersuchen lassen.

Zusammenfassung.

Die Mikrobestimmung der kritischen Mischungs-(Entmischungs-)Temperatur ermöglicht die quantitative Bestimmung von Hauptbestandteilen genuiner ätherischer Öle, die in Mengen von 1 bis 50 γ mittels feinsten Kapillaren aus einzelnen Ölbehältern von Pflanzen (Drogen) aufgesaugt werden; als Test dient hier Glykol. Es wird auf diese Weise Anethol im Fenchelöl, Carvon im Kümmelöl und Citral im Zitronen- und Orangenöl quantitativ bestimmt.

Aus dem Pharmakognostischen Institut der Universität Graz.

R. Fischer und H. Resch.

Eingegangen am 11. Juli 1952.

[1]) Fischer, R.: Mikrochem. **36**, 296 (1951).

[2]) Fischer, R., u. H. Resch: Phyton (im Druck).

Über keimhemmende Extrakte aus Pflanzen.

A. G. WINTER und E. SIEVERS[1]) berichteten über die Keimhemmung von Preßsaft grüner Pflanzen. Ähnliche Beobachtungen sind schon vor längerer Zeit gemacht[2]) und auch auf die Beziehungen zur Bodenmüdigkeit ist hingewiesen worden. In Erweiterung dieser Untersuchungen[3]) wurden aber auch Preßsäfte von angekeimten und auch nicht angekeimten Weizen-, Erbsen-, Hafer- und Gerstekörnern auf ihre Keimhemmung untersucht. Die Versuchsanordnung war folgende:

10 g angekeimte Körner wurden im Mörser zermahlen, mit 100 cm³ Wasser angeteigt, 24 Std stehen gelassen und abgepreßt. Dieser Preßsaft wurde zur Prüfung auf die Keimungsbeeinflussung von Erbsen, Weizen, Hafer und Kresse verwendet. Die Untersuchung erfolgte nach den gewöhnlichen Methoden mit angefeuchtetem Filtrierpapier in PETRI-Schalen bei 20 bis 23° C.

Es wäre zu erwarten gewesen, daß diese Preßsäfte die Keimung stimulieren würden, jedoch in allen Fällen wurde die Keimung stark gehemmt. Andererseits traten toxische Schrumpfungen der zu keimenden Samen ein. Bei einer Verdünnung der Extrakte 1:5 (Extrakt:Wasser) wurde eine Stimulation beobachtet. Es scheint, daß die Pflanzen neben keimfördernden Stoffen (Phytohormone) auch deren Antagonisten, keim- und entwicklungshemmende Substanzen führen.

Berlin-Altglienicke, Walderseestraße 2.

J. KLOSA.

Eingegangen am 13. August 1952.

[1]) WINTER, A. G., u. E. SIEVERS: Naturwiss. **39**, 192 (1952).
[2]) KLOSA, J.: Pharmazie **3**, 410 (1948); **4**, 574 (1949).
[3]) KLOSA, J.: Über einige die Keimung von Samen und das Wachstum von Bakterien hemmende Substanzen aus Vegetabilien. 4. Mitt. Arzneimittel-Forsch. (im Druck).

Über die Wirkung von Hormonextrakten des Hypophysenhinterlappens auf die Serumproteinzusammensetzung sowie ihre Beziehungen zum Renin.

Im Verlaufe elektrophoretischer Untersuchungen an Serumproteinen mittels der Methode GRASSMANN-HANNIG[1]) ergab sich eine auffällige Beeinflussung der Serumproteinzusammensetzung durch Hormonextrakte des Hypophysenhinterlappens (HHL). Die Serumfraktionen der Versuchspersonen zeigten *vor* und etwa 3 Std *nach* der Injektion von 3 VOEGTLIN-Einheiten „Hypophysin" (Totalextrakt aus HHL) die nachfolgenden Verschiebungen:

Tabelle 1.

	vor	nach	vor	nach
in relativen %:				
Albumin	66,8	70,0	51,9	55,8
α1-Globuline	2,8	2,7	4,6	3,6
α2-Globuline	7,6	6,1	12,9	10,1
β-Globuline	9,0	7,7	9,5	9,3
γ-Globuline	13,8	13,5	21,2	21,0
Eiweiß (g-%)	8,98	8,57	8,17	7,72
in g-%:				
Albumin	6,00	6,00	4,24	4,31
α1-Globuline	0,25	0,23	0,38	0,30
α2-Globuline	0,68	0,52	1,05	0,78
β-Globuline	0,81	0,66	0,78	0,71
γ-Globuline	1,24	1,16	1,73	1,62

Es fällt die anteilmäßig starke Abnahme der α2-Globuline — außerhalb der methodischen Schwankungsbreite — bei nur unwesentlichen Veränderungen der übrigen Fraktionen auf. Diese Ergebnisse scheinen geeignet zu sein, auf die häufig erörterten Beziehungen des Renins und der HHL-Hormone in bezug auf die von ihnen ausgelöste Blutdruckerhöhung neues Licht zu werfen. LEHNARTZ[2]) betont die große Ähnlichkeit der Blutdruckwirkung des Renins mit der des Vasopressins aus dem HHL, das sich aber durch seine zusätzlichen Wirkungen gut vom Renin unterscheiden lasse; Renin ist nicht mit Vasopressin identisch[3]). Die Blutdruckwirkung des Renins wird bekanntlich über seine Natur als Proteinase ausgelöst, die aus einem blutdruckunwirksamen α2-Globulin des Blutes, dem Hypertensinogen, durch Abspaltung das pressoraktive Hypertensin bildet. Bei diesem Vorgang ist eine α2-Globulin-Verminderung des Blutes zu erwarten; diese wurde aber auch durch unsere obigen Versuche mit „Hypophysin" erzielt. Es könnte daher eines der im „Hypophysin" enthaltenen Hormone (oder unbekannte Begleitstoffe) die gleiche proteolytische Fähigkeit wie Renin entfalten, oder dieser Totalextrakt ist durch Spuren von Renin verunreinigt. Für die letztere Möglichkeit spricht, daß Renin nicht nur aus Niere und Nebenniere, sondern auch aus der Hypophyse gewonnen wurde[3]). Es ist daher zu prüfen, ob die zu einer Blutdrucksteigerung führende humorale Wirkung der, unseres Wissens nicht kristallisiert rein dargestellten, einzelnen HHL-Hormone sowie ihrer pharmazeutischen Präparate nicht bloß durch den Begleiter Renin vorgetäuscht ist. Für diese Prüfung, erfolge sie nun in vitro oder vivo, besitzen wir in der elektrophoretischen Abtrennung und quantitativen Bestimmung der α2-Globuline ein sehr einfaches Verfahren.

I. Medizinische Klinik der Universität München (Direktor: Prof. Dr. K. BINGOLD).

Regensburg.

ERNOLD GRANZER.

Eingegangen am 7. August 1952.

[1]) GRASSMANN, W., u. K. HANNIG: Naturwiss. **37**, 496 (1950). — Z. physiol. Chem. (im Druck). — GRASSMANN, W., K. HANNIG u. M. KNEDEL: Dtsch. med. Wschr. **1951**, 333.
[2]) LEHNARTZ, E.: Einführung in die chemische Physiologie, S. 245. Berlin u. Heidelberg 1948.
[3]) GROSSE-BROCKHOFF, F.: Einführung in die pathologische Physiologie, S. 197/98. Berlin, Göttingen, Heidelberg 1950.

Die Bedeutung des Pigmenthormons beim Säugetier.

Die Aufgabe des Pigmenthormons des Hypophysenzwischenlappens beim Säuger wird vielfach darin gesehen, daß es als Vermittler von Lichtreizen über das Auge auf das hormonale System und damit als Wirkstoff der Tag–Nacht-Periodizität in Frage komme (JORES). Eindeutige Beweise für diese Annahme liegen indessen nicht vor.

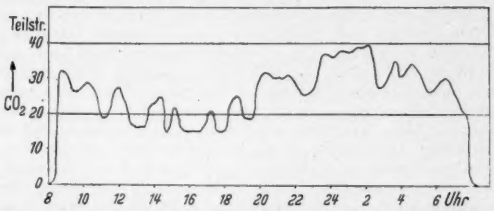


Fig. 1. Maus bei Dauerbeleuchtung. Ruhe und Aktivitätsperioden gleichmäßig verteilt.

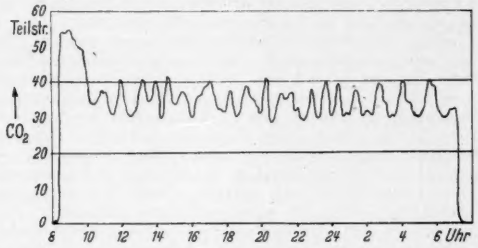


Fig. 2. Maus bei Dauerbeleuchtung unter Zusatz von Pigmenthormon. Wiederherstellung der normalen Tag–Nacht-Periodizität.

Versuche mit weißen Mäusen haben uns gezeigt, daß man sehr deutliche Wirkungen auf den Tag–Nacht-Rhythmus dieser Tiere erzielen kann und daß der Rhythmus von dem Vorhandensein des Pigmenthormons abhängig ist.

Die weiße Maus zeigt tagesperiodische Schwankungen der Aktivität und des Stoffwechsels, die, unabhängig von der Nahrung, durch den Lichtwechsel gesteuert werden. Im Jahresablauf zeigt sich eine Abhängigkeit des Einsetzens der höheren Stoffwechsellage und der höheren Aktivität in der Nacht vom Sonnenuntergang, doch bleibt der normale Rhythmus bei Dauerdunkelaufenthalt während einer Versuchsdauer von 3 Wochen erhalten, dagegen hebt eine 3wöchige Dauerbeleuchtung die periodische Schwankung auf, so daß gleichmäßige Aktivitätsperioden und gleichhohe Lage des Stoffwechsels während 24 Std resultieren (Fig. 1). Zusatz von

Pigmenthormon läßt den ursprünglichen Rhythmus wieder hervortreten (Fig. 2). In allen Fällen: normale Haltung, Dauerbeleuchtung, Dauerdunkel, Blendung, war eine Beeinflussung der Tagesrhythmik sowie eine allgemeine Beruhigungswirkung durch das Pigmenthormon zu erkennen, die extreme Werte bei blinden Mäusen in Dauerbeleuchtung erreichte, die unter dem Einfluß des Pigmenthormons fast nur noch Bewegungen zur Futteraufnahme zeigten.

Daneben ließen sich Wirkungen auf das Wachstum sowie eine Senkung des RQ erkennen.

Das Pigmenthormon des Hypophysenzwischenlappens zeigt eine vagotone Wirkung und dürfte für die Erzeugung des 24 Std-Rhythmus der Säuger und damit auch des Menschen von wesentlicher Bedeutung sein.

Die Untersuchung wurde mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt.

Zoologisches Institut Frankfurt a. M.

H. Giersberg und W. Usinger.

Eingegangen am 16. Juli 1952.

Besprechungen.

Groot, S. R. de: Thermodynamics of Irreversible Processes. Amsterdam: North-Holland Publishing Company 1951. Format 16 cm × 23 cm. XVI, 242 S. u. 4 Textabb. Leinen geb. f. 17.50.

Seit Helmholtz und Thomson sind immer wieder Versuche unternommen worden, die irreversiblen Prozesse, oder wenigstens einige von ihnen, mit den Methoden der klassischen Thermodynamik zu behandeln, da diese einfacher sind als die Methoden der kinetischen Theorie der Materie. Außerdem möchte man die Unabhängigkeit der phänomenologischen Theorie von den speziellen Modellen der Kinetik nicht aufgeben. Statt klassischer Thermodynamik sollte man genauer sagen: klassische phänomenologische Thermostatik. Da diese nur auf ungehemmte und gehemmte Gleichgewichtszustände anwendbar ist, war man sich der Fragwürdigkeit ihrer Anwendbarkeit auf die irreversiblen Prozesse doch immer mehr oder weniger deutlich bewußt. Eine der phänomenologischen Thermostatik gleichwertig an die Seite zu stellende phänomenologische Theorie der irreversiblen Prozesse wurde aber erst möglich, als Onsager vor 20 Jahren die Bedeutung des Prinzips der mikroskopischen Reversibilität für die makroskopischen irreversiblen Prozesse erkannt hatte. In den letzten 10 Jahren wurde die phänomenologische Theorie der irreversiblen Prozesse von einer Reihe von Forschern (Meixner, Casimir, Prigogine u. a.) konsequent entwickelt und auf Probleme angewandt, die teils schon kinetisch gelöst waren, teils mittels „pseudo"-statischer Methoden behandelt worden waren, teils ungelöst waren und teils erst neu aufgeworfen wurden. Man darf dabei allerdings nicht vergessen, daß in den letzten 40 Jahren auch die kinetische Theorie große Fortschritte gemacht hat (Gastheorie nach Enskog und Chapman, Elektronentheorie der Metalle). Ganz verzichten kann man ja auf die kinetische Theorie sowieso nicht, da der Zusammenhang zwischen den in der phänomenologischen Theorie auftretenden, vom speziellen System abhängenden Größen und den Eigenschaften der Atome und Molekeln hergestellt werden muß, wie es auch in der Thermostatik geschieht.

Infolge zeitbedingter Umstände war es den meisten Physikern und Chemikern kaum möglich, alle Arbeiten über irreversible Prozesse zu verfolgen. Auch schien es wünschenswert, den gemeinsamen Untergrund dieser Arbeiten einmal ganz klar sichtbar zu machen. Es ist deshalb sehr zu begrüßen, daß de Groot, dem wir eine Reihe von wertvollen Erkenntnissen auf diesem Gebiet verdanken, die *phänomenologische Thermodynamik der irreversiblen Prozesse* hier von einem einheitlichen Standpunkt aus darstellt. Diese Theorie ist kein zweifelhafter Ersatz für pseudo-statische Methoden, „mit denen es auch geht", sondern ein die Thermostatik *ergänzendes*, logisch geschlossenes System von physikalisch vernünftigen Begriffen, Annahmen und daraus ableitbaren Beziehungen. Da alle realen Prozesse irreversibel sind und da die Frage nach dem zeitlichen Ablauf der Vorgänge eine grundsätzliche ist, mußte diese Erweiterung der Thermodynamik vorgenommen werden. Man erkennt von hier aus sehr viel besser als bisher, wie tief die Wurzeln des zweiten Hauptsatzes eigentlich reichen; denn die zentrale Stellung in dem neuen Gebiet nimmt die Entropieerzeugung ein, derjenige Anteil der zeitlichen Änderung der Entropie, der durch die Irreversibilität der Vorgänge verursacht wird. Sie ist eine Bilinearform von verallgemeinerten „Strömen" und „Kräften". Zwischen diesen werden lineare Beziehungen angenommen. Für die Koeffizienten gelten dann die Onsagerschen Reziprozitätsrelationen (Symmetrieeigenschaften der Koeffizientenmatrix). Hier zeigt sich die Fruchtbarkeit der Methoden am besten. Wenn mehrere „Kräfte" vorhanden sind, treten gemischte Effekte auf (z. B. Thermodiffusion) und deren Umkehrungen (z. B. Diffusionsthermoeffekt).

Die einzelnen Kapitel enthalten: 1. Einführung. 2. Die Onsagerschen Reziprozitätsrelationen. 3. Einkomponentensysteme (thermomolekulare Druckdifferenz, mechanocalorischer Effekt, Thermoosmose u. a.). 4. Wärmeleitung, Elektrizitätsleitung und Relaxation im kontinuierlichen Einkomponentensystem. 5. Diskontinuierliche Systeme mit chemischen Reaktionen (Fortsetzung von 3. für Mehrkomponentensysteme). 6. Diskontinuierliche Systeme mit chemischen Reaktionen. 7. Kontinuierliche Systeme (Diffusion, Thermodiffusion, Diffusionsthermoeffekt, Diffusionspotentiale, Thermodiffusionspotentiale u. a.). 8. Thermoelektrizität (thermoelektrische, thermomagnetische, galvanomagnetische Erscheinungen). 9. Chemische Probleme (chemische Reaktionen in geschlossenen und offenen Systemen, Elektrochemie, elektrokinetische Effekte, Relaxationserscheinungen). 10. Stationäre Zustände. 11. Genauere Diskussion der Grundlagen. 12. Literaturverzeichnis, Literaturhinweise, Sach- und Namenverzeichnis.

Zunächst ist zu bemerken, daß sich Verf. ganz bewußt auf die phänomenologische Theorie beschränkt. Ausnahmen sind nur die Ableitung der Onsagerschen Beziehungen aus der Theorie der Schwankungserscheinungen und ein kleiner Hinweis auf die Knudsenschen Rechnungen über hochverdünnte Gase. de Groot geht über Onsager hinaus, indem er die Meixnerschen Überlegungen über den Einfluß eines Magnetfeldes und der Parität der Zustandsparameter (Casimir) auf die Reziprozitätsbeziehungen mitberücksichtigt. Sehr sorgfältig und bis in die Grundlagen reichend ist die Herausarbeitung des Unterschiedes zwischen diskontinuierlichen und kontinuierlichen Systemen. Erstere bestehen aus Teilsystemen, die ihrerseits auch der Thermostatik zugänglich sind, Teilsystemen also, die durch die üblichen thermodynamischen Zustandsgrößen beschrieben werden können. Die Ströme sind die zeitlichen Ableitungen solcher Größen. Hier ist die Anwendung der Schwankungstheorie, die ja in den Onsagerschen Beziehungen steckt, ohne weiteres gerechtfertigt. Nicht so einfach ist dies bei den kontinuierlichen Systemen, denn hier treten als „Ströme" nicht mehr die Ableitungen thermostatischer Größen auf. Die Anwendung der Onsagerschen Beziehungen kann man entweder durch eine Annahme rechtfertigen, die durch die Kinetik oder experimentell zu sichern ist, oder man kann, wie Casimir am Beispiel der Wärmeleitung im anisotropen Medium verifiziert hat, jedem Volumenelement seine eigenen Zustandsgrößen zuschreiben und dann durch Grenzübergang zum Kontinuum übergehen. de Groot stützt sich hier auf die Casimirsche Arbeit. Sehr ausführlich und gründlich wird die Frage nach linearen Transformationen der Ströme und Kräfte untersucht. Zu einer bestimmten Entropieerzeugung lassen sich nämlich mehrere Systeme von zueinander konjugierten Strömen und Kräften angeben, die sich physikalisch vernünftig interpretieren lassen. Verf. stellt durch solche Transformationen den Zusammenhang her zu den Begriffen: Überführungswärme, -energie, -entropie. Die Eleganz, mit der Verf. die sog. gemischten Effekte behandelt, zeigt, wie einfach im Grunde die Theorie der irreversiblen Prozesse geworden ist. Neu ist die Einführung des stationären Zustandes k-ter Ordnung. Dabei werden k von n Kräften festgehalten. Die restlichen machen die Entropieerzeugung zu einem Minimum. Dies ist gleichbedeutend mit dem Verschwinden der zu den letztgenannten Kräften gehörigen Ströme. Von hier aus ergibt sich eine Verallgemeinerung des Le Chatelier-Braunschen Prinzips auf die stationären irreversiblen Prozesse. Bei der Lektüre des Buches, z. B. im Kapitel 9 (chemische Probleme), fällt einem immer wieder auf, wieviele Probleme eigentlich bisher mit pseudostatischen Methoden bearbeitet worden sind, seien es Fragen der Elektrochemie, sei es das Modell der Biflüssigkeit für das Helium II. An Bei-

spielen, vor allem an den bisher gebräuchlichen Überlegungen zu den THOMSONschen Formeln für die thermoelektrischen Effekte, erläutert DE GROOT die sog. pseudostatischen Verfahren und zeigt auf, weshalb sie in vielen Fällen trotz der hineingesteckten unzulässigen Annahmen zu richtigen Aussagen geführt haben. Aber auch die Grenzen der neuen Methoden werden, allerdings mehr qualitativ als quantitativ, abgesteckt, Einzelheiten hierüber gehören in das Gebiet der Kinetik.

Verf. verwendet viel Sorgfalt auf die Hervorhebung der Verdienste der einzelnen Forscher um den Aufbau der neuen Theorie. Sicherlich hat er die Arbeiten von MEIXNER erst sehr lange nach ihrem Erscheinen kennengelernt; denn sonst hätte er sie wohl noch etwas stärker gewürdigt. Auch haben die theoretischen und experimentellen Arbeiten von CLUSIUS, DICKEL und WALDMANN über das Trennrohr (Thermodiffusion) und den Diffusionsthermoeffekt seinerzeit außerordentlich befruchtend gewirkt, wenngleich sie von der kinetischen Gastheorie ausgehen. Merkwürdigerweise zitiert keiner der neueren Autoren das treffliche Buch Statistical Physics von LANDAU und LIFSCHITZ (Oxford 1938), obwohl es einige sehr lesenswerte Abschnitte über Schwankungstheorie und die ONSAGERschen Beziehungen enthält.

Das DE GROOTsche Buch stellt ganz ohne Zweifel eine wesentliche Bereicherung unserer thermodynamischen Literatur dar. Es ist flüssig und leicht faßlich geschrieben; denn Verf. scheut keine Wiederholungen, um einzelne Gedankengänge lückenlos vorzuführen. Ich denke, daß es vor allem vielen Physiko-Chemikern die Einarbeitung in das für sie so wichtige Gebiet der Thermodynamik der irreversiblen Prozesse sehr erleichtern wird. G. U. SCHUBERT.

Eingegangen am 5. Oktober 1951.

Sauer, Robert: Einführung in die theoretische Gasdynamik. 2. Aufl. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1951. VIII, 174 S. u. 107 Abb. Brosch. DM 16.50.

Von dem bekannten Buch, das im Jahre 1943 in erster Auflage erschien und bereits seit langem vergriffen ist, liegt nun die zweite Auflage vor. Das Buch gibt eine ausgezeichnete und gut verständliche Einführung in die Theorie der kompressiblen Strömungen. Nach einer kurzen Erläuterung der Grundbegriffe der Gasdynamik werden zunächst die stationären Unter- und Überschallströmungen in linearisierter Form behandelt. Dann folgt ein Abschnitt über Überschallströmungen an Ecke und Kegel und die Theorie des Verdichtungsstoßes. Ein weiterer Abschnitt über nichtlineare ebene und drehsymmetrische Strömungen befaßt sich zunächst mit den verschiedenen Iterationsverfahren für kompressible Unterschallströmungen. Anschließend werden die Transformationen von MOLENBROEK und LEGENDRE zur Linearisierung der allgemeinen Differentialgleichungen der Gasdynamik und das PRANDTL-BUSEMANNsche Charakteristikenverfahren für Überschallströmungen besprochen. Zum Schluß dieses Abschnittes ist in der neuen Auflage noch ein Paragraph eingefügt, der die Erweiterung des Charakteristikenverfahrens auf nichtwirbelfreie Strömungen bringt, wie sie insbesondere hinter Verdichtungsstößen auftreten. Der neueren Entwicklung der Gasdynamik folgend ist am Ende des Buches noch ein ganzer Abschnitt über dreidimensionale Überschallströmungen eingefügt. Hier findet man die Theorie des Tragflügels endlicher Spannweite. Dabei wird sowohl das Singularitätenverfahren wie die Theorie der kegelsymmetrischen Strömungen nach BUSEMANN besprochen. Außerdem werden in diesem Kapitel noch die Strömungen an Drehkörpern mit kleinem Anstellwinkel behandelt.

Allen denjenigen, die sich in die Theorie der kompressiblen Gasströmungen einarbeiten wollen, kann das Buch nur bestens empfohlen werden. H. LUDWIEG (Göttingen).

Eingegangen am 11. Oktober 1951.

Kulp, Martin: Elektronenröhren und ihre Schaltungen. (Telefunken G.m.b.H. Werk Dachau). Göttingen: Vandenhoeck und Ruppecht 1951. 17,5 cm × 24 cm, 346 S., 314 Abb. u. 8 Tab. Brosch. DM 26.50; geb. DM 29.80.

Wegen des großen Anwendungsbereiches der Elektronenröhre sowohl in der Technik als auch auf allen Gebieten der Naturwissenschaften hat der Verf. Wert darauf gelegt, eine Darstellung zu geben, die den vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten von Elektronenröhren Rechnung trägt. Das Buch wendet sich gleichermaßen an den Studenten, den forschenden Physiker und Mediziner, den Entwicklungsingenieur der Industrie — und sogar den Amateur. In Berücksichtigung dieses weiten Leserkreises werden die einzelnen Aufgaben zunächst anschaulich behandelt und dann theoretisch fundiert, wodurch jedem Leser entsprechend seinen Vorkenntnissen ein mehr oder weniger tiefes Eindringen ermöglicht werden soll. Der Stoff ist in drei große Abschnitte gegliedert. Teil I gibt eine Einführung in Bau und Wirkungsweise der verschiedenen Röhrentypen, von der Diode bis zur Oktode und den Mehrfachröhren. In Teil II folgt eine Zusammenstellung der wichtigsten Röhrenschaltungen für Gleichrichter, Verstärker, Sender und Kippgeneratoren. Der letzte Teil III bringt in Kürze noch einige spezielle Geräte für Physik und Medizin, wie Röhrenvoltmeter, -galvanometer und -elektrometer, Tongeneratoren, Meßsender, Wobbelsender, Glühsender, Kathodenstrahloszillographen, Zählapparaturen; ferner Diathermiegeneratoren, Nervenreiz- und Schockgeräte, Schwerhörigengeräte und Röhrenstethoskope. — Wie man aus der Inhaltsangabe ersieht, handelt es sich bei diesem Buch um eine Zusammenstellung von Dingen, die aus einer umfangreichen Lehrbuchliteratur hinlänglich bekannt sind. Nur der Abschnitt über Kippgeneratoren — die damit zusammenhängenden Fragen werden etwas eingehender behandelt — kann als ein neuerer zusammenfassender Bericht dieses Gebietes im deutschen Schrifttum angesprochen werden. Verlagsankündigung und Vorwort des Verf. wirken reichlich übertrieben; eine bescheidenere Ausdrucksweise wäre, auch in Würdigung der Leistungen anderer Autoren, dem Inhalt des Buches eher gerecht geworden. SEVERIN (Göttingen).

Eingegangen am 10. Oktober 1951.

Hecht, Heinrich: Die elektroakustischen Wandler. 2. erw. Aufl. Leipzig: Johann Ambrosius Barth 1951. VIII, 221 S. u. 44 Abb. Kart. DM 19.50.

Die vorliegende zweite Auflage dieses bekannten Buches folgt im grundsätzlichen Aufbau der Theorie (Teil A) der ursprünglichen Fassung. Bei der Darstellung der verschiedenen Wandlerprinzipe (Teil B) lassen sich jedoch einige recht wesentliche Verbesserungen feststellen. Der schon früher recht ausführlichen Behandlung der elektrodynamischen, der elektromagnetischen und der magnetostriktiven Wandler ist nun auch eine eingehendere Behandlung der dielektrischen angeglichen. Die Theorie des piezoelektrischen Wandlers, der in der ersten Auflage noch als polarisierter dielektrischer Wandler behandelt wurde, ist auf eine neue Grundlage gestellt worden. Von den für das Verständnis besonders wertvollen Abschnitten über die Frequenzabhängigkeit der Wandler (Teil C), über den Vergleich der verschiedenen Wandler (Teil D) und über die Zahl der Wandlerprinzipe (Teil E) ist der letzte vollständig neu gefaßt worden. Sehr anschaulich ist auch die Gegenüberstellung der Wandlerprinzipe in einer Tabelle, die die Verwandschaft und die Ausnahmestellung des elektrodynamischen und des piezoelektrischen Prinzips erkennen läßt. Das gleichzeitige Auftreten von elektrischen und mechanischen Größen in den Gleichungen erfordert sehr viele Formelzeichen. Der Verf. hat die Mühe nicht gescheut, in der vorliegenden zweiten Auflage die Formelzeichen und die Indexbezeichnungen nach einem neuen Schema auszuwählen, so daß nunmehr nicht nur eine völlige Übereinstimmung mit der zweiten Auflage seines Buches „Schaltschemata und Differentialgleichungen der elektrischen und mechanischen Schwingungsgebilde" vorhanden ist, sondern auch die deutschen Normvorschriften möglichst weitgehend berücksichtigt sind. Als Maßsystem ist durchweg das internationale elektrische (msVA-) System verwendet worden.

Diese Eigenschaften der Neuauflage, die klare Gliederung und einheitliche Darstellung des Stoffes (zusammen mit der genannten Neuauflage der „Schaltschemata") machen das aus der Praxis heraus entstandene Buch nicht nur zu einer wertvollen Hilfe für den Physiker und Ingenieur, der Wandler konstruieren oder anwenden muß, sondern auch zu einem guten Lehrbuch für den, der sich auf diesem Gebiet einarbeiten will.

K. TAMM (Göttingen).

Eingegangen am 26. Oktober 1951.

Fischer, M. H., und W. J. Suer: Der kolloide Aufbau der lebenden Substanz. Darmstadt: Dr. D. Steinkopff 1951. IV, 85 S. u. 11 Abb. Brosch. DM 6.—.

So wichtig die analytische Verfolgung von Einzelerscheinungen in der Forschung ist, ebenso leicht führen zu weitgehende Folgerungen aus derartigen Ergebnissen zu Fehlschlüssen. So sind auch die allgemeinen Schlußfolgerungen.

die FISCHER aus seinen Untersuchungen an Gelen ableitet, so vereinfacht, daß sie weder dem Arbeitsgebiet noch dem Fachkollegen gerecht werden. Schon die von ihm benutzte Modellsubstanz, das Kasein, kommt in der Natur nicht als Gel ohne freies Wasser vor, sondern liegt in der Milch in wohl definierten Teilchen frei beweglich vor. Auch kann man es weder reversibel ausgeflockt noch irreversibel gefällt mit einem unlöslichen Beafsteak von einem Muskelprotein — Faserprotein — vergleichen. Schließlich besteht der Mensch auch nicht zu 80% aus Wasser und nicht zu 20% aus Protein und seine Atmungsgröße ist auch nicht von seinem Proteingehalt abhängig, sondern sie wird vorwiegend von veratmeten Kohlenhydraten und Fetten bestimmt. Schließlich machen sich auch weitere fachliche Fehler störend bemerkbar, so daß man zusammenfassend sagen muß, daß die Darstellung dem heutigen Stande unseres Wissens nicht gerecht wird.

H. ENGELHARD (Göttingen).

Eingegangen am 14. November 1951.

Jebsen-Marwedel, Hans: Die Glasschmelze mikroskopisch gesehen. Ein Beitrag zu ihrer Morphologie. Frankfurt a.M.: Verlag der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft 1951. 125 Abb. DM 10.—.

Das dreisprachige, ansprechende Büchlein läßt nach einem kurzen Abriß über die Anfänge der Mikroskopie des Glases und über die Bedeutung des Mikroskops zum Studium des Glasschmelzprozesses im wesentlichen Bilder sprechen. Diese sind auserlesene, nicht nur typische und interessante, sondern auch besonders schöne Mikrophotographien und zeigen den Werdegang einer Glasschmelze, von den Rohstoffen angefangen, in den verschieden garen Zuständen mit allen Tücken des Objekts, wie Schlieren und Knoten, den durch die Oberflächenspannung und hohe Zähigkeit des Glases bedingten Erscheinungen, Blasen, Einfluß des feuerfesten Materials auf die Glasschmelze, Galleblasen (Na-Sulfat) und schließlich Entglasungen. Jedem Bild ist eine kurze Erläuterung beigegeben. Das kleine Buch, das zwei um die Förderung der Glastechnologie besonders verdienten Männern, Dr. Dr. e. h. H. MAURACH und Prof. W. E. S. TURNER zu ihrem 70. Geburtstag gewidmet ist, ist in seiner eindringlichen Anschaulichkeit nicht nur für den Nachwuchs lehrreich und für den Fachmann anregend, sondern auch für den Außenstehenden ein Genuß.

A. DIETZEL (Würzburg).

Eingegangen am 2. Januar 1952.

Buxbaum, Franz: Grundlagen und Methoden einer Erneuerung der Systematik der höheren Pflanzen. Die Forderung dynamischer Systematik im Bereiche der Blütenpflanzen. Wien: Springer 1951. XI, 224 S., 49 Abb., 7 Schemata u. 3 Karten. Brosch. DM 26.—.

„Erneuerung der Systematik tut dringend not." Verf. erläutert dies Einleitungswort und Leitmotiv durch Hinweise auf den Erstarrungszustand der heutigen offiziellen Systematik und auf Einzelirrtümer bzw. Unvollkommenheiten der Systeme. Als Heilmittel gegen diese Mißstände empfiehlt er die „idealistische Morphologie" und ein Ordnungsprinzip, das er als „Phylogenetik" anspricht, das aber in der Praxis auf eine Stufenleiter *heutiger* Organismen hinausläuft (moderne Phylogenetik, die über »Alluvialphylogenetik« hinausgeht, erwähnt er kaum und kennt sie offenkundig auch nicht).

Verdienstlich sind die Zusammenstellungen der zahlreichen Techniken und Probleme der systematischen Arbeit. Die eine Seite des systematischen Arbeitens, das *Zusammenfassen* in abgestufte Taxa entsprechend der *relativen Verwandtschaft* kommt auch gut heraus (hier liegen die praktisch bedeutsamen Erfolge des Verf. gegenüber seinen Vorgängern). Bedenklicher sind seine Aufführungen über die andere Hauptaufgabe, die *Ableitungsrichtung*. Dies hängt mit seiner angedeuteten Grundeinstellung zusammen, daß er in extremer Weise (entgegen gelegentlichen theoretischen Bemerkungen) von *heutigen* Organismen als „primitiven", „ursprünglichen" Formen ausgeht. So kommt er zu unmöglichen, angeblich „phylogenetischen" Schlüssen. Zum Beispiel bezeichnet er die heutige *Dryas* als „unbestreitbar ursprüngliche Form" und macht damit ihre einsamige Frucht („Nüßchen") zur Ausgangsform für angeblich phylogenetisch aufgefaßte „Entwicklungstendenzen".

Vielleicht dienen gerade die durch die extreme Formulierung besonders deutlichen Entgleisungen gewissermaßen als Sauerteig zur Selbstbesinnung in der Systematik. Dann hätten auch manche überraschende Äußerungen einen gewissen Wert, wie der oft recht anspruchsvolle Ton, mit dem gegenteilige Auffassungen als „Unsinn", „Krampf" abgetan werden, und mit dem längst anerkannte Prinzipien als neu propagiert werden, oder apodiktische Sätze wie: „Am zweckmäßigsten wäre doch eine Blüte, die ... von möglichst vielerlei Insekten befruchtet werden kann"; „Die Familie ist ein ganzer Stammbaumast und damit eine Realität ... die Art hingegen ist... eine Fiktion."

Nach Ansicht des Ref. ist die dringend notwendige Reform der Systematik nur dann durchführbar, wenn endlich eine wirklich phylogenetische Betrachtungsweise sich durchsetzen würde, d.h. eine Betrachtungsweise, die sich bemüht, lediglich nach den realhistorischen genealogischen Zusammenhängen die Organismen zu gruppieren. Dann könnte auch die Systematik ihren außerordentlichen Wert als wichtiges Fundament zum Verständnis der Evolution voll entfalten.

W. ZIMMERMANN (Tübingen).

Eingegangen am 5. Oktober 1951.

Titschack, Erich: Beiträge zur Fauna Perus. Bd. I: Reisebericht. Jena: Gustav Fischer 1951. 4°, III, 403 S., 223 Abb. u. 1 Karte. Brosch. DM 27.—; geb. DM 30.—.

Die bereits während des Krieges unter dem Titel „Beiträge zur Fauna Perus" erschienenen Bände I (1941, 360 S.) und II (1942, 228 S.), die Spezialbearbeitungen von Sammlungsergebnissen der Hamburger Südperu-Expedition 1936 enthielten, wurden durch Kriegseinwirkung 1943 fast völlig vernichtet; das gleiche Schicksal erlitten bestimmte und unbestimmte Materialien, abgeschlossene Manuskripte, Negative, fertige Klischees und andere Unterlagen. Prof. TITSCHACK gelang es nun bewunderungswerter Weise, die Veröffentlichung der Expeditionsergebnisse erneut in die Wege zu leiten und im Verlage Gustav Fischer, Jena, in einem I. Band den Reisebericht erscheinen zu lassen. Geplant sind vier weitere Bände, die sich bereits in Vorbereitung befinden und wissenschaftliche Bearbeitungen des Sammlungsmaterials enthalten werden. Das Erscheinen eines Nachtragsbandes ist ins Auge gefaßt.

Der zum zweiten Male geschriebene Reisebericht konnte deswegen nur auf zufällig erhaltenen Teilauszügen der Reiseaufzeichnungen, der Erinnerung und allein geretteten Probeabzügen der Klischees fußen. Diese Umstände erklären wohl gewisse Mängel in der Güte der Abbildungen. Der Bericht ist in Tagebuchform gehalten, jeder Fangplatz wurde durch Photos, Höhenbestimmungen, floristische und meteorologische Angaben charakterisiert. Soweit die gesammelten Tiere bereits bestimmt waren, sind sie namentlich aufgeführt. Auch ethnographische Schilderungen, z.B. der Kampa-Indios, wurden eingefügt. Um nicht nur Daten aneinander zu reihen, „wurde diese zu trockene Speise mit einer Tunke übergossen und zu dieser kleine Erlebnisse und Begebenheiten zusammengerührt."

Die Expedition führte von Pisco-Ica südlich Lima quer durch Südperu, wobei die Wüstenzone am Stillen Ozean, der Westabhang der Anden, die Puna, die Hochanden und der Osthang der Anden berührt wurden und ein längerer Sammelaufenthalt in Sivia im Apurimac-Tal (19 Tage) angeschlossen wurde. Außer F. DIEHL, Hamburg, begleitete Herr Kaufmann H. RÖDINGER, dem die Expedition das Zustandekommen der Fahrt verdankte, für einige Zeit die Reisenden.

Die Expedition hatte sich vor allem die Aufsammlung kleinerer Tiere, insbesondere von Insekten zur Aufgabe gestellt, von denen eine große Zahl neuer Arten entdeckt wurden. Die Wirbeltiere wurden nur am Rande behandelt und zum Teil auch nur mangelhaft determiniert („Kakadus" dürfte es z.B. in ganz Südamerika nicht geben, und auch nach einem „Alligator" dürfte man im oberen Amazonasgebiet vergeblich suchen). Zweifellos hätte der Reisebericht gewonnen, wenn ihm statt einer Reihe den Gegenstand wiederholender, für den Leser unwesentlicher Bilder und statt der Anhangstabellen über die zoologische Ausbeute eine zusammenfassende, wenn auch nur schematisierende Charakterisierung der einzelnen Landschaftsräume mit ihrer tiergeographischen und ökologischen Problematik beigegeben worden wäre. Es steht zu hoffen, daß die „Beiträge" im Nachtragsband mit einem Bericht über die allgemeineren Ergebnisse und Probleme gekrönt werden.

WALTER HELLMICH (München).

Eingegangen am 8. Oktober 1951.

Verantwortlich für den Textteil: Prof. Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg.
Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg.

Versuch einer Ontologie der Persönlichkeit

Von

Manfred Thiel

Erster Band:

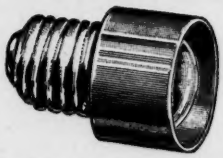
Die Kategorie des Seinszusammenhanges und die Einheit des Seins

XXIII, 635 Seiten. 1950. Ganzleinen DM 29.70

Die weiteren Bände werden behandeln:
Zweiter Band: Philosophie der Unmittelbarkeit.
Dritter Band: Philosophie der Gegenwärtigkeit.

Springer-Verlag / Berlin - Göttingen - Heidelberg

CdS-Kristallzellen



Die neue hochempfindliche Widerstandszelle für Strahlungsmessungen im sichtbaren, UV- u. Röntgengebiet für α-, β- u. γ-Strahlen

Verlangen Sie unsere Liste 1/K

DR. B. LANGE

Berlin-Zehlendorf · Hermannstraße 14—18
Telefon Nr. 84 81 22 · Telegr.-Adr.: Photozelle

Soeben erschien:

Philosophia perennis

Eine Zusammenfassung

von

Professor Dr. **Paul Häberlin**

Basel

161 Seiten. 1952. Englische Broschur DM 12.60; Ganzleinen DM 16.80

Inhaltsverzeichnis:

Vorwort. — **Die Aufgabe.** Der Sinn. Die ontologische Frage. Die kosmologische Frage. Die anthropologische Frage. Die Gestalt der Philosophie. — **Ontologie.** Die Grundlage. Die „Realität" des Objekts. Die Relativität des Seienden. Die Absolutheit des Seins. — **Kosmologie.** Vielheit. Einheit. Veränderung. Vollendung. — **Anthropologie.** Die Möglichkeit der Selbstbegegnung. Das psychophysische Verhältnis. Der Mensch in der Welt. Die menschliche Problematik. Der Sinn des Daseins. — **Ästhetik.** Kulturphilosophie. Das ästhetische Prinzip. Das ästhetische Urteil. Der ästhetische Ausdruck. Ästhetische Kultur. — **Logik.** Das logische Prinzip. Das Erkenntnisurteil. Logische Kultur. Wissenschaft. — **Ethik.** Das ethische Prinzip. Das Werturteil und die Tat. Ethische Kultur. Gemeinschaftskultur.

Meine bisherigen Veröffentlichungen entsprechen nach Reihenfolge und Inhalt meiner eigenen Entwicklung. Nun, da dieser Prozeß voraussichtlich abgeschlossen ist, möchte ich in einer Art philosophischen Testamentes zusammenfassen, was mir am wichtigsten scheint. Die früheren Schriften sollen dadurch nicht ersetzt werden; vielmehr hoffe ich, daß diese konzentrierte und systematische Darstellung dazu helfen werde, sie besser zu verstehen.

Der Titel des Buches könnte demgegenüber unangemessen, ja anmaßend erscheinen; er ist aber weder das eine noch das andere. Es handelt sich in der Tat um Philosophia perennis. Diese aber verwirklicht sich nie anders als in einer bestimmten Gestalt; hier erscheint sie *im Beispiel* meines eigenen Philosophierens. Was folgt, erhebt also nicht den Anspruch, *die* Philosophie, sondern nur den, Philosophie zu sein.

Durch gelegentliche Hinweise auf andere Gestalten soll einerseits meine Auffassung verdeutlicht, andererseits ihre Zugehörigkeit zur Einen Philosophie bekundet werden. Um Vollständigkeit geht es dabei nicht, weder was die Würdigung der zitierten Philosophen oder Richtungen noch gar was ihre Zahl betrifft. Nach beiden Seiten handelt es sich um eine Auswahl, welche allein unter dem Gesichtspunkt der Erläuterung und Abgrenzung der eigenen Position getroffen ist. Im übrigen bin ich mir der Fragwürdigkeit solcher Konfrontation bewußt. Sie gründet sich immer auf eine Interpretation, welche von Subjektivität nie absolut frei sein wird. Das Gewicht des Buches liegt denn auch nicht auf der Kundgabe historisch-kritischer Ansicht, sondern auf der systematischen Darstellung philosophischer Einsicht, und ich bitte den Leser, dies zu berücksichtigen.

In der Zusammenfassung sind nur die *philosophischen* Schriften, und zwar nur diejenigen aus den beiden letzten Dezennien (seit der „Allgemeinen Ästhetik") einbezogen; in ihnen sind die früheren, als Vorarbeiten, aufgehoben. — Das I. Kapitel charakterisiert Philosophia perennis nach ihrer Aufgabe; die folgenden zeigen, wie ihr Auftrag ausgeführt werden kann. — Man wird die Darstellung vielleicht „nüchtern" finden; aber ich glaube, daß wir nun endlich genug der großen Worte gehört haben.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Handbuch der analytischen Chemie

Bearbeitet von zahlreichen Fachgelehrten. Herausgegeben von **W. Fresenius,** Wiesbaden und **G. Jander,** Berlin.

Bisher vorliegende Bände:

Zweiter Teil: Qualitative Nachweisverfahren

Band Ia: Elemente der ersten Hauptgruppe

Wasserstoff. Von Horst Schilling, Greifswald. **Lithium.** Von Dr. Hans Spandau, Greifswald. **Natrium.** Von Dr. Hans Spandau, Greifswald. **Kalium.** Von Dr. Hans Spandau, Greifswald. **Ammonium.** Von Prof. Oldřich Tomíček, Prag und Dr. Hans Spandau, Greifswald. **Rubidium.** Von Dr. Hans Spandau, Greifswald. **Caesium.** Von Dr. Hans Spandau, Greifswald. Mit 80 Abbildungen. XII, 222 Seiten. 1944. DM 30.—; geb. DM 33.—

Band III: Elemente der dritten Gruppe

Bor. Von Prof. Dr. Gustav Jantsch, Graz. **Aluminium.** Von Prof. Dr. Gustav Jantsch, Graz. **Gallium.** Von Dozent Dr. Friedrich Weibke †, Stuttgart. **Indium.** Von Dozent Dr. Friedrich Weibke †, Stuttgart. **Thallium.** Von Dr. Horstmar Hecht, Greifswald. **Scandium, Yttrium** und die Elemente der seltenen Erden (Lanthan bis Cassiopeium). Von Prof. Dr. Gustav Jantsch, Graz. **Actinium.** Von Prof. Dr. Gustav Jantsch, Graz. Mit 13 Abbildungen und 1 Tafel. XII, 196 Seiten. 1944. DM 27.—

Band VI: Elemente der sechsten Gruppe

Sauerstoff. Von Prof. Dr. Oldřich Tomíček, Prag. **Schwefel.** Von Prof. Dr. Oldřich Tomíček, Prag. **Selen.** Von Prof. Dr. Oldřich Tomíček, Prag. **Tellur.** Von Prof. Dr. Oldřich Tomíček, Prag. **Chrom.** Von Prof. Dr. Otto Schmitz-Dumont, Bonn. **Molybdän.** Von Prof. Dr. Otto Schmitz-Dumont, Bonn. **Wolfram.** Von Prof. Dr. Mark v. Stackelberg, Bonn. **Uran.** Von Prof. Dr. Mark v. Stackelberg, Bonn. Mit 61 Abbildungen. XII, 267 Seiten. 1948. DM 39.—

Band VIIIbβ: Elemente der achten Nebengruppe

II. Platinmetalle: **Platin. Palladium. Rhodium. Iridium. Ruthenium. Osmium.** Von Dipl.-Ing. Georg Bauer, Hanau. Anhang: **Spektrochemische Analysenmethoden.** Von Direktor Dr. K. Ruthardt, Hanau. Mit 9 Abbildungen. XIV, 251 Seiten. 1951. DM 45.—

Dritter Teil: Quantitative Bestimmungs- und Trennungsmethoden

Band Ia: Elemente der ersten Hauptgruppe

Lithium. Von Dr. Franz Busch, Merkers. **Natrium.** Von Dr. Ludwig Fresenius † und Dr. Erna Brennecke, Wiesbaden. **Kalium.** Von Dr. Ludwig Fresenius †, Prof. Dr. Remigius Fresenius und Dr. Erna Brennecke, Wiesbaden. **Ammonium.** Von Dr. Erna Brennecke, Wiesbaden. **Rubidium** und **Caesium.** Von Dr. Franz Busch, Merkers. Mit 31 Abbildungen. XV, 404 Seiten. 1940. DM 51.—

Band IIa: Elemente der zweiten Hauptgruppe

Beryllium. Von Dr. K. E. Stumpf, Greifswald. **Magnesium.** Von Dr. Franz Busch, Merkers, Dr. G. Siebel, Bitterfeld, Dr. Carl Tanne, Hamburg-Altona und Dr. Benno Wandrowsky, Berlin. **Calcium.** Von Prof. Dr. A. Schleicher, Aachen. Anhang: Die Bestimmung des Calciums im biologischen Material. Von Dozent Dr. Dr. K. Lang, Berlin. **Strontium.** Von Prof. Dr. A. Schleicher, Aachen. **Barium.** Von Dr. F. Strassmann und Dr. M. Strassmann-Heckter, Berlin-Dahlem. **Radium** und **Isotope.** Von Dozent Dr. Otto Erbacher, Berlin-Dahlem. Mit 13 Abbildungen. XI, 446 Seiten. 1940. DM 57.—

Band IIb: Elemente der zweiten Nebengruppe

Zink. Von Prof. Dr. Herbert Funk, München. **Cadmium.** Von Prof. Dr. Herbert Funk, München. **Quecksilber.** Von Oberregierungsrat Dr. phil. habil. Erich Pohland, Berlin und Dr. Margarete Lehl-Thalinger, Berlin. Mit 46 Abbildungen. XI, 587 Seiten. 1945. DM 70.—; geb. DM 72.50

Band III: Elemente der dritten Gruppe

Bor. Von Prof. Dr. E. Wiberg, München. **Aluminium.** Von Dr. phil. habil. H. Fischer, Berlin, Dr. A. von Unruh, Berlin und Dr. F. Kurz, Berlin. **Gallium.** Von Prof. Dr. G. Rienäcker, Göttingen. **Indium.** Von Prof. Dr. G. Rienäcker, Göttingen. **Thallium.** Von Prof. Dr. G. Rienäcker, Göttingen. Anhang: Spezielle Methoden zur Bestimmung des Thalliums in Handelspräparaten und in biologischem Material. Von Prof. Dr. Dr. K. Lang, Berlin. **Scandium, Yttrium** und die Elemente der seltenen Erden (Lanthan bis Cassiopeium). Von Prof. Dr. A. Bruckl, Wien. **Röntgenspektralanalyse.** Von Dozent Dr. phil. habil. A. Faessler, Halle a. d. Saale. **Actinium** und **Mesothor 2.** Von Prof. Dr. O. Erbacher, Berlin. Mit 37 Abbildungen. XI, 852 Seiten. 1942. Vergriffen

Band IVb: Elemente der vierten Nebengruppe

Titan. Von Dr. A. Claassen, Chef-Chemiker am Forschungslaboratorium der N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven, Niederlande. **Zirkon** und **Hafnium.** Von Dr. A. Claassen, Chef-Chemiker am Forschungslaboratorium der N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven, Niederlande. **Thorium.** Von Dr. B. Jüstel † und Prof. Dr. H. Bode, Hamburg. Mit 25 Abbildungen. XVI, 524 Seiten. 1950. DM 78.—

Band Vaγ: Elemente der fünften Hauptgruppe

Arsen. Von Dr. Edith Karl-Kroupa, Bad Aussee. **Antimon.** Von Prof. Dr. R. Klement, München. **Wismut.** Von Prof. Dr. R. Klement, München. Mit 45 Abbildungen. XVI, 711 Seiten. 1951. DM 108.—

Band VIIaα: Elemente der siebenten Hauptgruppe

I. **Wasserstoff.** Von Prof. Dr. F. Hein, Jena und Dr. G. Bähr, Jena. **Die quantitative Bestimmung des Wassers.** Von Prof. Dr. F. Hein, Jena und Dr. G. Bähr, Jena. **Fluor.** Von Prof. R. Klement, München. Mit 86 Abbildungen. XIII, 245 Seiten. 1950. DM 38.—

Band VIIIa: Elemente der achten Hauptgruppe

Edelgase: **Helium, Neon, Argon, Krypton, Xenon** und **Radon.** Von Dr.-Ing. H. Kahle, Höllriegelskreuth bei München. **Radon** und **Isotope.** Von Prof. Dr. Berta Karlik, Wien. Mit 53 Abbildungen. XII, 120 Seiten. 1949. DM 19.60

Weitere Bände in Vorbereitung.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Diesem Heft liegen zwei Prospekte des Springer-Verlages, Berlin · Göttingen · Heidelberg, bei.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin W 35, Reichpietschufer 20. — Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany.